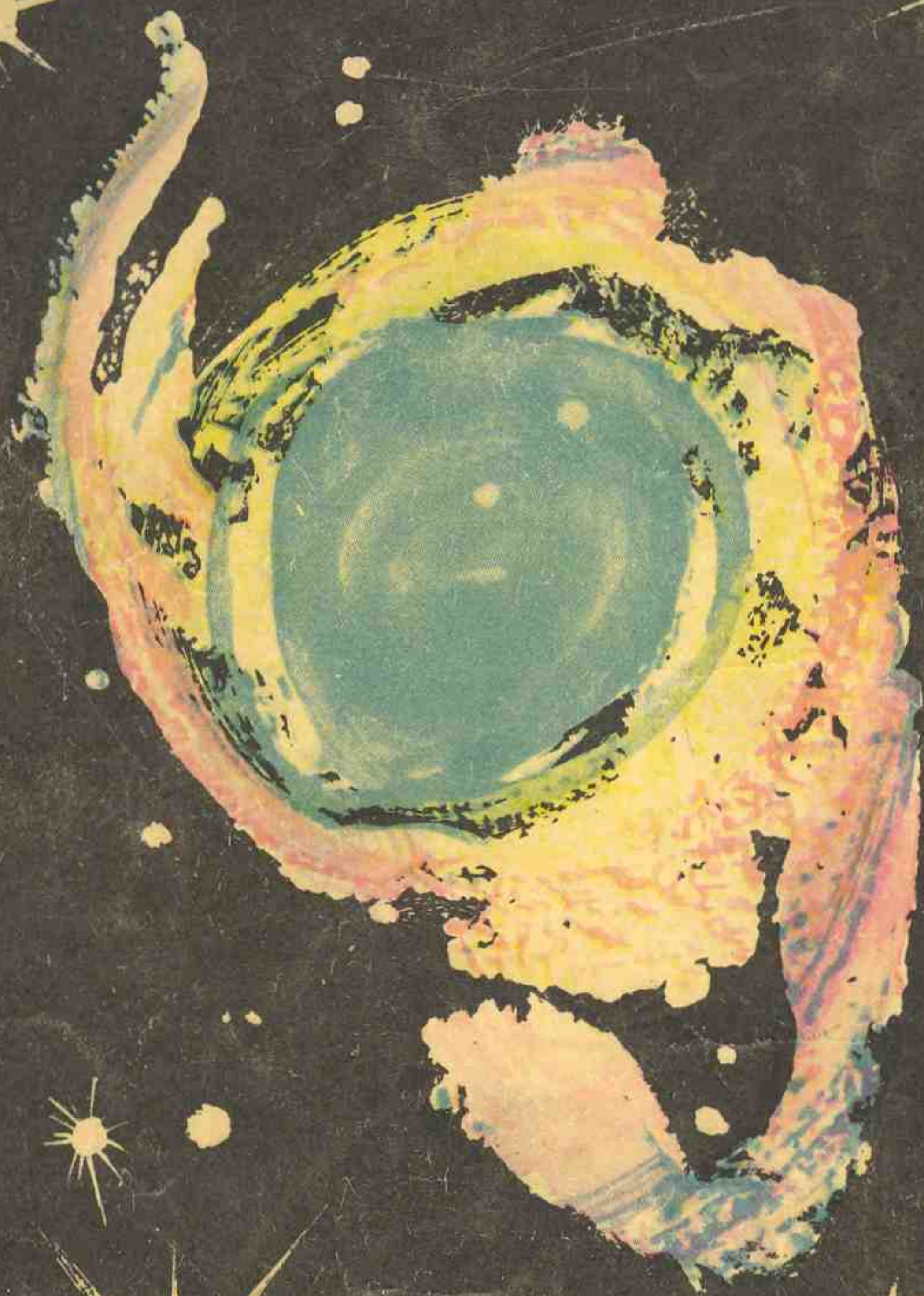


S. VSEHSVEATSKI,
V. KAZIUTINSKI



nasterrea lumilor

S. VSEHSVEATSKI, V. KAZIUTINSKI

NAȘTEREA LUMILOR

***(PROBLEME FILOZOFICE
ALE COSMOGONIEI CONTEMPORANE)***

(Cu o prefață
de acad. V. A. AMBARTUMIAN)

EDITURA POLITICĂ

București — 1963

Autorii cărții, profesorul S. K. Vsehsvealski de la Universitatea din Kiev, cunoscut om de știință sovietic, specialist în domeniul astrofizicii și cosmogoniei, și discipolul său V. V. Kaziutinski povestesc în mod captivant, într-o formă populară, pe baza celor mai noi realizări ale științei astronomice, cum s-au născut și se dezvoltă planetele, stelele, galaxiile, căror legi le este subordonată dezvoltarea corpurilor cerești, cum îi ajută filozofia marxistă pe astronomi în cercetările lor.

Cartea este scrisă într-o formă polemică. Într-o serie de probleme autorii emit un punct de vedere nou. Unele concluzii sînt pasibile de a fi discutate.

Cartea este scrisă pentru cercurile largi de cititori care se interesează de problemele filozofice ale științelor contemporane ale naturii.

Traducere din limba rusă

С. Всехсвятский, В. Казютинский

РОЖДЕНИЕ МИРОВ

**Государственное издательство
политической литературы**

Москва — 1961

P R E F A Ț A

Cunoștințele noastre despre Univers se îmbogățesc pe zi ce trece. Dacă și în trecut, când informațiile științifice despre fenomenele care au loc în cosmos erau obținute de noi printr-o „fereastră” optică, relativ îngustă, în spectrul oscilațiilor electromagnetice, dezvoltarea astronomiei a mers în ritm foarte rapid, acum, când, datorită succeselor radiotehnicii, s-a deschis o a doua „fereastră”, cu mult mai largă, fereastra radiodiazonului (radioastronomia I), și când, datorită victoriilor tehnicii sovietice, s-a deschis pentru prima oară o „ușă” în cosmos, ritmul acestei dezvoltări s-a intensificat mult.

Unul dintre cele mai esențiale rezultate ale studierii Universului prin metode moderne este concluzia privitoare la numeroasele schimbări care au loc în corpurile cerești și în sistemele cosmice. Fiecare corp și fiecare sistem cosmic trăiește o viață proprie specifică. Noi avem posibilitatea de a trage concluzii privitoare la originea și dezvoltarea acestor corpuri și sisteme. Problema originii și dezvoltării obiectelor cosmice poate fi pusă la niveluri diferite: la nivelul planetelor și al sistemelor planetare, la nivelul stelelor și al sistemelor stelare, la nivelul galaxiilor etc. Prin aceasta, problema cosmogonică dobândește un interes tot mai mare și un conținut tot mai profund.

Interesant este însă nu numai să obținem rezolvarea uneia sau alteia dintre problemele cosmogonice concrete. Este deosebit de important să interpretăm filozofic procedeele de abordare a problemei și de soluționare a ei.

Care sînt procedeele generale și ce trebuie să existe specific în abordarea fiecărei probleme concrete în parte ? Cum se manifestă în problema cosmogonică lupta dintre diferitele concepții despre lume și ce metodologie trebuie aplicată ? La aceste probleme trebuie să răspundem de pe singurele poziții filozofice juste, de pe pozițiile materialismului dialectic. Din păcate, pînă în prezent nu au existat lucrări cît de cît temeinice în această direcție. Prof. S. K. Vsehsveatski și aspirantul V. V. Kaziutinski fac, pentru prima oară, o încercare de a scrie o asemenea lucrare. Lucrarea lor este valoroasă prin faptul că ei încearcă să analizeze situația problemelor cosmogonice pornind de pe poziții marxiste. Cartea se citește cu mult interes, deoarece autorii au scris-o cu „ardoare”, punînd multă pasiune în discutarea unor probleme litigioase, nerezolvate încă.

Un mare merit al autorilor constă în faptul că, fiind competenți în problemele speciale de astronomie, au cercetat totodată în mod temeinic problemele filozofice ale științei astronomice. Credem că lucrarea va trezi în rîndurile cititorilor un interes profund față de problemele abordate, le va arăta uriașa însemnătate filozofică a astrofizicii moderne. Prin aceasta ea va fi de un mare folos.

V. AMBARTUMIAN

DIN PARTEA AUTORILOR

În ultimii ani, în astronomie — într-o măsură însemnată datorită lucrărilor astronomilor sovietici — au fost făcute descoperiri de o uriașă valoare principială. Astronomii s-au apropiat de dezlegarea multor probleme cosmogonice care erau nu de mult „rezolvate” pe cale speculativă.

Ei au descoperit că starea regiunii din Univers accesibilă observațiilor (sau, după cum se spune uneori, a Universului „astronomic”) este departe de a fi o stare de echilibru. În afară de obiectele care se află în stare de echilibru dinamic, în ea se întâlnesc pretutindeni obiecte nestaționare (nestabile), fără îndoială tinere, care s-au format, probabil, într-o serie de cazuri, în urma unor procese, grandioase ca proporții, de dezintegrare și explozie.

S-au dovedit a fi nestabile multe tipuri de stele, un mare număr de grupuri și roiuri (sau îngrămădiri) stelare. Întreaga noastră Galaxie este, de asemenea, un sistem dinamic, cu elemente puternice de dezechilibru și de mobilitate. Procese nestaționare impetuoase se observă și în alte galaxii (mai ales în cele „albastre” și în radiogalaxii): majoritatea lor nu vădesc nici cel mai mic semn de echilibru. Chiar și în sistemul nostru solar, unde, după cum consideră pînă în prezent unii astronomi, în ultimii 1—2 miliarde de ani nu s-au produs schimbări deosebite, dezvoltarea corpurilor mici — comete, asteroizi, materie meteorică — are loc de fapt foarte repede, ceea ce constituie o dovadă indirectă a unor puternice procese explozive pe planete și pe sateliți.

În fața ochilor astronomilor s-a deschis tabloul unui Univers „dinamic”, în care au loc neînterupt procese de formare și de pieire a unor obiecte cosmice, începînd cu particulele „elementare” și terminînd cu galaxiile. În acest Univers nu există o cale unică de dezvoltare, de pildă, a tuturor galaxiilor sau a tuturor stelelor; dimpotrivă, există o mulțime de căi foarte diferite, care au adesea prea puține elemente comune.

Interpretarea filozofică a noilor descoperiri din astronomie dă naștere în mod firesc unei lupte de opinii. Trebuie însă să ne ferim de aplicarea pripită de etichete, cum s-a întîmplat în unele cazuri pînă acum. Fără a nega cîtuși de puțin importanța luptei împotriva oricăror manifestări de idealism în cosmogonie, am vrea să menționăm totuși că nu trebuie să calificăm drept idealism orice încercare de a depăși cadrul concepțiilor acceptate, înrădăcinate, oricît de „ciudată”, de neobișnuită ar părea la prima vedere această încercare.

Materialul acumulat de astronomia modernă prezintă un mare interes filozofic. El ne dă posibilitatea de a răspunde, de pildă, la întrebarea care sînt legile generale ale dezvoltării obiectelor cosmice. Metoda generală de cercetare care ne permite să abordăm rezolvarea problemei cosmogonice poate fi numai metoda dialectică a marxismului.

Lucrarea noastră urmărește trei scopuri:

1) să expună pe scurt situația actuală a problemei cosmogonice: să treacă în revistă rezultatele observațiilor care ne ajută să descoperim „urmele” trecutului în prezent și să analizeze cele mai noi idei cosmogonice; 2) să atingă unele probleme metodologice ale cosmogoniei contemporane și să arate importanța filozofiei marxist-leniniste pentru justa lor interpretare; 3) să încerce să lămurească rolul pe care îl au realizările astronomiei și cosmogoniei contemporane în dezvoltarea filozofiei marxist-leniniste.

Desigur, rezolvarea cît de cît aprofundată a acestor probleme nu putea fi dată în cadrul unei lucrări de proporții mici. Formulîndu-ne punctul de vedere în problemele discutabile și neelaborate încă, noi nu considerăm cîtuși de puțin că concluziile noastre ar fi absolut infailibile sau că nu ar necesita o fundamentare mai amănun-

tită : în domeniul interpretării filozofice a problemelor cosmogoniei contemporane s-a făcut deocamdată prea puțin și disputele creatoare sînt aici extrem de necesare. Continuarea discutării problemelor atinse în broșura noastră ar permite să se precizeze punctul de vedere enunțat aici, iar în unele aspecte eventual să se modifice acest punct de vedere într-o măsură sau alta.

Capitolele I și IV au fost scrise de V.V. Kaziutinski, iar capitolele II și III de S. K. Vsehsveatski și V. V. Kaziutinski. Autorii își exprimă profunda lor recunoștință academicianului V. A. Ambartsumian pentru atenția deosebită față de prezenta lucrare și pentru valoroasele observații de care s-a ținut seamă la pregătirea manuscrisului pentru tipar.

S. VSEHSVEATSKI
V. KAZIUTINSKI

CAPITOLUL I

PROBLEMA COSMOGONICĂ

I. OBIECTUL ȘI PARTICULARITĂȚILE COSMOGONIEI

**Ce studiază
cosmogonia**

Cosmogonia este știința despre originea și dezvoltarea sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive.¹ Stările în care noi observăm diferitele obiecte cosmice în prezent sînt rezultatul diferitelor procese istorice de dezvoltare. Problema cosmogonică constă în a descoperi particularitățile și legile acestor procese. Cum se poate face acest lucru? Specialistul în cosmogonie nu are posibilitatea de a cerceta nemijlocit toate stările trecute ale unui obiect cosmic — pentru aceasta i-ar trebui un timp incomparabil mai mare decît întreaga perioadă de existență a cosmogoniei ca știință. Dar el poate încerca să găsească în starea actuală a sistemelor cosmice „urmele” trecutului, care s-au păstrat în ele și îi dau posibilitatea să schițeze tabloul dezvoltării lor.

Cosmogonia își întemeiază concluziile pe un uriaș material factual: pe rezultatele observațiilor astronomice, pe datele științelor care studiază Pămîntul (geologia, geofizica, geochimia); acest material este supus unei analize minuțioase mai ales din punctul de vedere al fizicii teoretice. Fiecare lucrare de observație din domeniul astronomiei care aduce elemente principiale noi în studierea Universului ridică în mod inevitabil probleme privitoare la dezvoltarea diferitelor obiecte cosmice și,

¹ Numim elemente constitutive ale unui sistem cosmic (ale sistemului solar, Galaxiei, Metagalaxiei) toate „formațiile” calitativ deosebite ale materiei care formează acest sistem. De pildă, elementele constitutive ale Galaxiei sînt stelele de diferite tipuri, materia în stare difuză (nebuloasele, mediul interstelar), cîmpurile electromagnetice, radiațiile.

deci, „are valoare cosmogonică și este o cercetare cosmogonică”¹. Paralel cu aceste cercetări, în dezvoltarea cosmogoniei au un rol uriaș și lucrările teoretice în care se generalizează datele observațiilor obținute mai înainte.

După cum menționa acad. V.A. Ambartsumian, problema cosmogonică este în prezent fundamentală pentru astronomie și astrofizică, deoarece studiul profund al naturii obiectelor cosmice este posibil numai atunci când ele sînt privite în schimbarea și dezvoltarea lor. Nu vom exagera dacă vom afirma că problema cosmogonică este în genere una dintre cele mai importante probleme științifice. Răspunsul la întrebarea cum s-a format Pămîntul nostru și cum s-a dezvoltat ulterior este absolut necesar pentru geologie, care rezolvă problemele genezei munților, ale vulcanismului, cutremurelor, repartizării minereurilor, pentru biologie și pentru alte științe. Răspunsul la problema istoriei dezvoltării Soarelui este necesar pentru studierea aprofundată a stării lui actuale, care determină multe procese de pe Pămînt, inclusiv procesele vieții de pe planeta noastră.

Este greu să apreciem la justă ei valoare importanța problemei cosmogonice și pentru filozofie, pentru dezvoltarea concepției materialiste, științifice despre lume. Cosmogonia este strîns legată și de rezolvarea unei probleme atît de importante a concepției despre lume cum este problema dacă „lumea a fost creată de Dumnezeu, sau ea există dintotdeauna?”² Rezolvarea diferită a acestei probleme îi împarte pe filozofi în materialisti și idealisti. Nu întîmplător lupta de neîmpăcat dintre materialism și idealism, dintre dialectică și metafizică, dintre știință și religie trece ca un fir roșu prin întreaga istorie a cosmogoniei. Această luptă continuă și în cosmogonia din zilele noastre, modificîndu-și întrucîtva forma, fără a-și pierde însă acuitatea din trecut.

¹ V. A. Ambartsumian : „Unele probleme metodologice ale cosmogoniei”, în cartea „Problemele filozofice ale științelor contemporane ale naturii”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1959, pag. 269.

² F. Engels : „Ludwig Feuerbach și sfîrșitul filozofiei clasice germane”, Editura politică, 1959, ediția a IV-a, pag. 18.

**Unele
particularități
ale cosmogoniei**

Problema cosmogonică nu este numai una dintre cele mai importante, ci și una dintre cele mai dificile probleme științifice.

Examinînd „populația” unei regiuni a cerului luate la întîmplare, sîntem surprinși de diversitatea obiectelor cosmice: stele staționare și stele care-și schimbă strălucirea, care expulzează materie, care explodează; stele gigante și stele pitice, stele duble și multiple; roiuri și asociații stelare; nori fragmentați de gaz și pulberi, și un mediu interstelar relativ continuu; sisteme stelare gigante, galaxii — neregulate, spirale, eliptice, albastre, emițătoare de unde radio... Fiecare dintre aceste obiecte este specific și unic în felul său. Deosebirea de dimensiuni, de masă, de spectru, de structură, de vîrstă, de mișcare a obiectelor cosmice complică foarte mult rezolvarea problemei cosmogonice.

• Această împrejurare este agravată de faptul că dispunem de un material faptic incomplet. Noi putem observa numai păturile cele mai superficiale ale stelelor și ale corpurilor planetare. Adîncurile lor sînt ascunse observației noastre; despre ele ne putem da seama numai după date indirecte, sărăcăcioase și pe baza legilor generale ale fizicii. De aceea, sistemelor cosmice și elementelor lor constitutive li se atribuie cele mai diferite și uneori extrem de uimitoare căi de dezvoltare.

Unii astronomi presupun că galaxiile se dezvoltă începînd prin a fi neregulate, devenind apoi spirale, și în sfîrșit eliptice; alții explică diversitatea tipurilor de galaxii prin deosebirile dintre condițiile inițiale ale apariției lor. Unii astronomi sînt convinși că stelele se dezvoltă pierzîndu-și treptat masa; alții aduc argumente în favoarea tezei că masa stelei rămîne constantă sau chiar crește în cursul celei mai mari părți a vieții ei.

Schimbări vizibile în stările obiectelor cosmice au loc în multe cazuri (deși nu în toate!) relativ lent — în decurs de sute de milioane și miliarde de ani. Observațiile ne arată în cea mai mare parte stări „instantanee” ale obiectelor cosmice; de aceea, rezolvarea problemei cosmogonice este analogă într-un anumit sens încercării de a reconstitui subiectul unui film după cîteva cadre luate din el întîmplător.

În fine, o particularitate a cosmogoniei o constituie și faptul că rolul experimentului este aici extrem de limitat. De pildă, nu putem crea o stea, o nebuloasă sau o galaxie, nu sîntem în stare să influențăm activ procesele care au loc acolo. După cum scrie astrofizicianul american L. Aller, „stelele ne comunică despre ele însele numai ceea ce vor”¹. Pînă în prezent, astronomul nu a avut ca obiect de experiment sistemele cosmice sau elementele lor constitutive, ci radiația lor care ajungea pînă la observator. Numai meteoriții au fost accesibili experimentului nemijlocit. Dar în ultima vreme a devenit posibilă radiolocația Soarelui, Lunii, planetelor și corpurilor mici ale sistemului solar. Iar lansările de sateliți și planete artificiale, de stațiuni interplanetare și de nave cosmice, zborul istoric al omului în cosmos, realizat pentru prima oară în Uniunea Sovietică, la 12 aprilie 1961, — toate acestea lărgesc sfera experimentului în astronomie, contribuind astfel la rezolvarea problemei cosmogonice.

Nu sînt de neînvins nici alte dificultăți pe care le întîmpină cercetătorul în domeniul cosmogoniei.

Prin particularitățile lor, obiectele cosmice se împart în anumite tipuri, ale căror proprietăți sînt legate între ele. Aceasta permite să se pună problema analizei legilor generale de dezvoltare a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive.

Multe obiecte cosmice se află într-o stare nestaționară sau suferă din timp în timp schimbări rapide și furtunoase. Aceste schimbări, care au loc în decurs de cîteva fracțiuni de minut sau în cîteva ani — iar în alte cazuri în zeci, sute, mii sau milioane de ani —, ne dau posibilitatea să scoatem la iveală particularitățile proceselor de dezvoltare direct din observații.

În afară de aceasta, pentru a înțelege cum se dezvoltă, de pildă, o stea, nu avem nevoie să așteptăm miliarde de ani pînă cînd aceasta va parcurge toate stadiile dezvoltării. Potrivit cuvintelor celebrului astronom englez W. Herschel (1738—1822), observatorul cerului este într-o situație analogă cu cea a unui botanist care are în fața sa boboci, flori și roade ale aceleiași plante; în fața ochilor lui se află corpuri cerești de cele mai diferite

¹ L. H. Aller : „Astrofizica”, vol. I, I. L., 1955, pag. 7.

vîrste, care se află în stadii diferite de dezvoltare. Cercetîndu-le și comparîndu-le între ele, el poate să reproducă în minte istoria lor. Comparînd, de pildă, planetele și sateliții în starea lor de astăzi, putem să ne dăm seama de dezvoltarea Pămîntului nostru. Nu trebuie să uităm totuși că imensa diversitate a obiectelor cosmice nu este rezultatul unei căi unice a dezvoltării lor. Cel care gîndește astfel seamănă cu omul care, privind un răzor de flori, crede că și călțunașii se vor transforma cu timpul în trandafiri. Corpurile cosmice de diferite tipuri fizice au, în genere vorbind, o origine diferită și căi diferite de dezvoltare, asemănătoare sau neasemănătoare între ele.

Rolul ipotezel în cosmogonie

Problema cosmogonică necesită, pentru a fi rezolvată, un uriaș material faptic. Dar aceasta nu înseamnă că ea poate fi rezolvată „direct din fapte” și numai din ele. Abordarea grosolan empirică a rezolvării problemei cosmogonice este prea puțin fructuoasă, după cum a subliniat V. A. Ambartsumian¹. Ce se înțelege prin empirism grosolan? La cea de-a doua consfătuire în problemele de cosmogonie (1952) s-a menționat că unii astronomi consideră drept empirism construirea concepției cosmogonice pe baza generalizării consecutive a datelor factice². Dar aceasta este o neînțelegere. Este absolut evident că într-un asemenea „empirism” nu există nimic de blamat, mai mult decît atît, el constituie elementul necesar al oricărei concepții cu adevărat științifice. „...În fiecare domeniu științific, în natură ca și în istorie, trebuie pornit de la *faptele* date, deci în științele naturii trebuie pornit de la diferitele forme obiective și de la diferitele forme de mișcare ale materiei..., deci nici în științele teoretice ale naturii legăturile nu trebuie născocite și introduse în fapte, ci trebuie descoperite din fapte și, o dată descoperite, trebuie demonstrate, pe cît este posibil, pe cale experimentală”³.

Prin empirism înțelegem ceva cu totul diferit de aceasta. După părerea noastră, suferă de empirism acei

¹ Vezi „Problemele filozofice ale științelor contemporane ale naturii”, 1959, pag. 277.

² Vezi „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1953, pag. 272, 484, 527.

³ F. Engels : „Anti-Dühring”, E.S.P.L.P. 1955, ediția a III-a, pag. 369.

cercetători care uită că nici un fel de concepție cosmogonică (independent de intențiile subiective ale autorului ei) nu poate ignora dezvoltarea premergătoare a reprezentărilor despre sistemele cosmice și elementele lor constitutive, deoarece dezvoltarea noilor cunoștințe nu începe niciodată din nimic, nu are loc în afara legăturii cu cunoștințele deja acumulate. Fiecare nouă concepție în cosmogonie apare, desigur, pe baza unor fapte noi, dar ea pornește și de la însușirea și critica concepțiilor anterioare. De pildă, fundamentarea tezei despre procesul de formare neîntreruptă de stele în Galaxia noastră (și în multe alte galaxii), proces care continuă și în zilele noastre, ar fi cu neputință fără critica concepțiilor despre nașterea lor simultană cu miliarde de ani în urmă ; vechea idee despre nașterea cometelor pe calea unor procese eruptive (vulcanice) pe corpurile planetare a fost fundamentată după ce s-a demonstrat caracterul eronat al „concepției captării”, potrivit căreia cometele nu s-ar forma în sistemele de planete-gigante, ci ar fi fost „captate” de ele. Empirist este și acel cercetător care caută să evite în munca sa concretă, în genere, orice ipoteze. Dar în rezolvarea problemei cosmogonice deseori nu ne putem lipsi de „idei preconcepționate”, nu putem să explicăm dintr-o dată, exact și complet, faptele pe care le observăm. Pe baza faptelor se creează la început o ipoteză, care exprimă legăturile și relațiile *posibile* dintre elementele sistemului. Ipoteza este o presupunere în condițiile căreia caracteristicile exterioare ale obiectului apar ca manifestări necesare, corelate, specifice naturii ei. F. Engels numea ipoteza „forma de dezvoltare a științelor naturii în măsura în care ele gândesc”¹. Ipoteza ne permite să ne orientăm în materialul empiric, să selecționăm acele date factice care se referă la istoria obiectului cercetat, exprimă esența lui internă. „Ipotezele ușurează și fac să fie corectă munca științifică — căutarea adevărului, după cum plugul îi înlesnește agriculturii cultivarea de plante utile”².

În conținutul ipotezelor cosmogonice intră presupuneri : despre starea obiectelor cosmice, despre succesiunea în care ele formează seria genetică, despre

¹ F. Engels : „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 222.

² D. I. Mendeleev : „Bazele chimiei”, vol. I, 1947, ed. rusă, pag. 150—151.

mecanismul acestui proces, despre starea care a constituit punctul lui de plecare. Dar uneori noi observăm obiectul cosmic numai într-o singură stare a lui și nu avem posibilitatea de a-l compara cu obiecte analoge, care se află în alte faze de dezvoltare. Așa se întâmplă, de pildă, cu sistemul solar. În cazuri similare, ipoteza cosmogonică tinde să reproducă procesul dezvoltării întemeindu-se pe faptul că starea actuală chiar a unui obiect singular conservă, într-o formă sau alta, un număr considerabil de „urme” ale trecutului după care poate fi reconstituit acest trecut.

O ipoteză nouă nu trebuie să contrazică faptele cunoscute, ci trebuie să le explice. Dar de aici nu rezultă cîtuși de puțin că dacă în prezent o ipoteză nu poate explica vreun fapt, ea trebuie imediat abandonată. Dimpotrivă, fără a renunța la ideea de bază a ipotezei, trebuie să dezvoltăm și să precizăm ipoteza, căutînd să explicăm cu ajutorul ei și faptele care mai înainte păreau că „nu i se conformează”. În urma verificării, ipoteza va fi fie infirmată, fie confirmată — parțial sau în întregime.

Chiar și o ipoteză falsă nu trebuie considerată ca absolut nefolositoare; în cazul infirmării ei, după cum spunea pe bună dreptate K. A. Timiriazev, rămînem cu o explicație posibilă mai puțin. Uneori, o ipoteză falsă poate să exercite o anumită influență stimulatorie asupra acumulării de noi date factice. De pildă, „ipoteza accrețiunii”, a astronomului englez F. Hoyle, în care se presupune că stelele pitice se pot transforma în stele gigante, „alimentîndu-se” din materia pulverulentă a mediului înconjurător, este, fără îndoială, subredă. Dar în procesul combaterii critice a acestei ipoteze au fost efectuate cîteva cercetări care au permis să se dezvăluie mai profund decît pînă atunci adevăratul caracter al interacțiunii dintre stele și materia difuză vecină cu ele. Trebuie să menționăm, totuși, că ipotezele false, mai ales dacă acestea au reușit să se înrădăcineze adînc în conștiința oamenilor de știință, îi împiedică deseori să aprecieze just faptele noi, îi fac să apere cu orice preț reprezentările al căror caracter eronat a devenit vădit. Pentru salvarea unei asemenea ipoteze se emit tot felul de presupuneri suplimentare, de obicei extrem de artificiale. Ca exemplu de ipoteză de acest gen poate

servi „concepția captării”, în care se acordă captării gravitaționale un rol deosebit în procesele de formare a galaxiilor și stelelor multiple, în apariția în jurul Soarelui a materiei primare din care s-au format planetele. Această ipoteză face impresia de a fi extrem de artificială și nu poate pretinde cituși de puțin să i se acorde o importanță cât de cât însemnată în cosmogonie. Dar și în prezent, ea mai este susținută activ de unii astronomi.

În cazul unei confirmări parțiale, ipoteza este perfecționată pe baza noilor date, este din nou supusă verificării, din nou perfecționată etc. Ipoteza inițială suferă aproape întotdeauna inevitabil schimbări mai mult sau mai puțin însemnate, are loc îmbogățirea ei cu unele concluzii care aprofundează concluziile precedente sau oglindesc acele laturi ale obiectului care nu au fost mai înainte descoperite. De pildă, în „ipoteza erupției” se presupunea inițial că procesele active în urma cărora se formează cometele au loc pe planetele gigante. Ulterior s-a văzut că această ipoteză este foarte probabilă în privința planetelor Saturn, Uranus și Neptun și că nu este potrivită pentru Jupiter. În urma unor cercetări ulterioare s-a lămurit că cometele legate de Jupiter apar, după toate probabilitățile, în urma unor procese vulcanice active de pe sateliții acestei planete.

Un rol deosebit în verificarea ipotezei îl au faptele care nu erau cunoscute în momentul creării ei sau, ceea ce este și mai important, au fost prezise cu ajutorul ei. V. A. Ambarțumian, care a descoperit un nou tip de sisteme stelare, și anume asociațiile stelare, a ajuns la început la deducția ipotetică că acestea sînt formații tinere, dinamic nestabile, care trebuie să se destrame relativ repede. Ulterior, astronomul olandez A. Blaauwe, astronomul sovietic B. E. Markarian și alții au descoperit expansiunea unor asociații, ceea ce a dus la confirmarea ipotezei lui V.A. Ambarțumian. Această ipoteză este unul dintre cele mai uimitoare exemple de prezicere teoretică a unui fenomen nou, necunoscut în trecut. Un alt exemplu. Pe baza „ipotezei erupției” s-a prezis¹ că nucleele cometelor trebuie să cuprindă mari cantități de gaze-gheață, gaze la temperaturi coborîte.

¹ S. K. Vsehsveatski : „Contribuții la problema originii cometelor”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXV, nr. 4, 1948, pag. 265.

Peste doi ani, astronomul american F. Whipple a publicat „modelul de gheață” al nucleului de cometă, care în prezent este recunoscut aproape de toți specialiștii. Un argument puternic în favoarea „ipotezei erupției” l-a constituit confirmarea definitivă a prezenței unui inel de meteoriți în jurul lui Jupiter, a cărui existență a fost prezisă nu de multă vreme.

Dacă cu privire la dezvoltarea aceluiași obiect au apărut câteva ipoteze și se știe ce ipoteze sînt posibile în acest caz, atunci dovada indirectă în favoarea adevărului uneia dintre ipotezele concurente trebuie să fie considerată ca dovadă că celelalte sînt false. Astfel, caracterul eronat al „ipotezei captării” reprezintă un argument cu greutate în favoarea „ipotezei erupției”.

Ipoteza nu-și pierde cîtuși de puțin caracterul științific dacă, pornind de la rezultatele observațiilor, ea cere să depășim cadrul reprezentărilor și principiilor adoptate. Să luăm, de pildă, galaxiile care interacționează și se interpătrund, cercetate amănunțit de astronomul sovietic B. A. Voronțov-Veleaminov. Particularitățile morfologice uimitoare ale acestor galaxii nu pot fi altfel explicate decît dacă admitem că avem de-a face aici, pe lîngă forțele obișnuite — gravitaționale și electromagnetice —, și cu forțe de o natură deocamdată necunoscută. În acest caz, ca și în alte câteva cazuri, trebuie să riscăm : să creăm noi ipoteze îndrăznețe care să explice fenomenele observabile prin intermediul unor cauze necercetate încă de fizica modernă. S-ar putea obiecta că nu trebuie să ne întemeiem pe cauze necunoscute și pe procese fizice necunoscute atîta timp cît nu au fost epuizate toate explicațiile posibile ale fenomenelor cercetate în cadrul reprezentărilor fizicii moderne. Dar, după cum a remarcat pe bună dreptate V. A. Ambartsumian, oricare ar fi gradul de studiere a unui fenomen sau altuia, nu poate exista garanția că noi am epuizat toate posibilitățile de a explica acest fenomen pe baza legilor cunoscute ale fizicii. De aceea, presupunerea că un fenomen concret poate fi explicat pe baza unor legi nedescoperite încă trebuie folosită destul de des. „Această presupunere poate să se dovedească a fi justă sau nejustă, totuși, fără a recurge la asemenea presupuneri pentru explicarea unor rezultate neașteptate ale

experiențelor fizice și ale observațiilor astrofizice, progresul în domeniul găsirii de însușiri principial noi, mai profunde ale materiei, se va opri" ¹.

**Cosmogonia
nu înseamnă
numai ipoteze!**

Pe lângă ipotezele care reprezintă o explicație posibilă sau foarte probabilă, dar nicidecum riguros demonstrată a datelor empirice, în cosmogonia contemporană capătă o greutate specifică tot mai mare concluziile incontestabile care decurg nemijlocit din observații. Dintre acestea fac parte, de pildă, următoarele afirmații: cometele cu perioadă scurtă sînt formații tinere, vîrsta lor nu depășește zeci, sute sau cîteva mii de ani; inelul lui Saturn este o formație tînă și nestăționară, substanța inelului trebuie să se completeze tot timpul; stelele din Galaxie iau naștere în grupuri, formarea lor are loc și în zilele noastre; lăntișoarele stelare, în care distanțele dintre componente sînt de același ordin, și sistemele de tipul Trapezului sînt sisteme recent formate de stele; galaxiile se formează și în epoca noastră, ele apar în grupuri etc. Posibilitatea obținerii de concluzii cosmogonice ferm stabilite transformă treptat cosmogonia dintr-o știință în care nu prea de mult mai domneau construcțiile speculative într-o știință în care fiecare pas pornește de la observații și se verifică prin observații.

**Cosmogonia
și filozofia**

Rezultatele concrete ale cosmogoniei au o mare însemnătate filozofică. Rezolvarea problemei cosmogonice, chiar și în liniile cele mai generale, aduce o contribuție importantă în filozofia marxist-leninistă, care ia din cosmogonie argumente pentru combaterea idealismului și fideismului. Cîte „teorii” al căror scop era de a fundamenta „în mod științific” „actul creației”, „creația” materiei din „nimic” etc. au fost formulate de idealști de fiecare dată cînd noile descoperiri astronomice au dus la respingerea unor concepții ce păreau de neclintit, creînd o criză vremelnică în reprezentările noastre despre Univers! Dar de fiecare dată aceste „teorii” au trebuit să dea înapoi. Și dacă în prezent

¹ V. A. Ambarzumian: „Lucrări științifice”, vol. 2, Editura Academiei de Științe a R.S.S. Armene, 1960, pag. 241.

idealiștii și fideiștii întâmpină mari greutăți cînd încearcă să găsească în Univers urmele pretinsei „creații”, ne putem închipui cît le va fi de greu atunci cînd va fi lămurit tabloul originii și dezvoltării diferitelor obiecte din Universul „astronomic”, în care nu este și nu rămîne nici un fel de loc pentru un „creator”.

Realizările cosmogoniei contribuie în mare măsură și la dezvoltarea filozofiei marxist-leniniste. Ne vom mulțumi cu un singur exemplu. Pînă nu de mult, mulți dintre filozofii noștri considerau că orice dezvoltare în natură reprezintă o dezvoltare progresivă, ascendentă. Reprezentările despre dezvoltarea progresivă, absolut valabile pentru natura vie, societate și gîndire, erau extinse în mod neîntemeiat asupra tuturor proceselor care au loc în natura anorganică. Se vorbea chiar despre dezvoltarea ascendentă a Universului infinit. Dar analiza concretă a rezultatelor cosmogoniei ne dă posibilitatea, după părerea noastră, să tragem concluzia că ar fi greșit să reducem dezvoltarea în natura anorganică numai la dezvoltarea ascendentă. Discutarea acestei probleme prezintă un mare interes pentru filozofie. Vom vorbi mai amănunțit despre aceasta în capitolul al IV-lea.

Ipotezele cosmogonice ale trecutului oglindeau întotdeauna, în ultimă analiză, nu numai nivelul dezvoltării astronomiei și altor științe speciale, ci și particularitățile luptei dintre concepțiile despre lume în epoca respectivă. Aici putem aminti, de pildă, ipoteza cosmogonică pe care a emis-o în 1755 filozoful german I. Kant (1724—1804). Respingînd „primul impuls” divin, care ar fi pus în mișcare „mașina Universului” (o asemenea concepție era susținută pe vremea aceea de mulți oameni de știință), Kant a dat una dintre cele mai puternice lovituri concepției metafizice despre imuabilitatea naturii. Presupunerea lui că Pămîntul și obiectele cosmice pe care le observăm noi au apărut pe cale naturală și potrivit unor legi naturale, a fost prima concretizare a principiului dezvoltării naturii în timp. Pe de altă parte se pot menționa eforturile astronomului francez, catolic înveterat, E. Faye (1814—1902) de „a corecta” ipoteza celebrului său compatriot P. Laplace (1749—1827) în așa

fel încît aceasta să poată corespunde într-o măsură mai mare legendei biblice despre „creația lumii”.

Cele spuse se referă în egală măsură și la concepțiile cosmogonice contemporane. Oricare dintre acestea cuprinde neapărat ipoteze care nu sînt fondate nemijlocit pe fapte, nu decurg direct din observații. Caracterul acestor ipoteze este determinat de diferite „motive ascunse”, care depind inevitabil de concepțiile filozofice ale cercetătorului (chiar dacă el nu ar fi conștient de aceasta). Este suficient să invocăm, de exemplu, concluziile pe care le trag astronomii și cercetătorii din domeniul cosmogoniei din efectul de „deplasare spre roșu” în spectrele galaxiilor îndepărtate, deplasare care demonstrează „îndepărtarea” acestor galaxii una de alta (vezi paragr. 4 din cap. II).

Unii astronomi au declarat că „îndepărtarea” galaxiilor pe care o observăm este un efect cosmic universal și că este în expansiune întregul Univers, care acum cîteva miliarde de ani se reducea la un „atom primar” și „putea fi băgat în buzunar”, iar apoi a explodat. Așadar, un efect care are o însemnătate locală (just pentru Metagalaxie) este ridicat în mod greșit la rangul de principiu universal, este extins asupra lumii în ansamblu. Și aceasta nu se face pentru că o asemenea extrapolare ar decurge din fapte, ci numai pentru că ea dă idealistilor și oamenilor de știință cu concepții religioase posibilitatea de a vorbi despre „crearea lumii” și despre o forță misterioasă răspunzătoare de „actul creației”. (Acest lucru îl înțeleg bine, de altfel, și mulți oameni de știință de peste hotare. Astfel, fizicianul englez H. Dingle a numit speculațiile idealistilor în jurul problemei „deplasării spre roșu” „o îmbinare a unei rațiuni paralizate cu o fantezie de bețiv”¹.) Alți astronomi au negat cu încăpăținare faptul „îndepărtării” galaxiilor, inventînd în schimb tot felul de alte explicații ale „deplasării spre roșu”. Și ei se situau pe anumite poziții filozofice, și anume pe poziții mecaniciste: cînd nu puteau înțelege un fenomen, îl înghesuiau în sfera reprezentărilor „comode”, chiar dacă faptele se ridicau împotriva lor. Dar mulți astronomi, analizînd materialul faptic al „îndepăr-

¹ H. Dingle: „Nature” din 8 mai 1937, pag. 786.

tării" galaxiilor, porneau de la reprezentarea că acest efect este specific pentru un obiect material bine determinat (pentru Metagalaxie), că el este legat numai de o stare vremelnică și trecătoare a materiei în mișcare și că explicația lui trebuie căutată nu în tot felul de forțe mistice, ci în legi, poate încă necunoscute ale naturii. Acești astronomi abordează explicarea „deplasării spre roșu” de pe unicele poziții juste, de pe pozițiile marxiste.

Cosmogonia a devenit o știință după ce în ea și-a croit drum principiul dezvoltării. Din păcate, pînă nu demult cosmogonia nu a dispus de material factual suficient pentru aplicarea principiului dezvoltării în formă concretă. În prezent însă devine posibil nu numai să spunem că obiectele cosmice se află într-o continuă schimbare și dezvoltare, ci să punem și problema particularităților dezvoltării lor, dezvăluind forma concretă în care se manifestă principiul dezvoltării în lumea stelelor și galaxiilor.

„În secolul al XX-lea (ba chiar și la sfîrșitul secolului al XIX-lea), «toți sînt de acord» cu «principiul dezvoltării». — Numai că acest «acord» superficial, nechibzuit, întîmplător, filistin este *unul dintre acele* acorduri prin care adevărul e înăbușit și banalizat”¹ — scria V. I. Lenin. Nici unul dintre specialiștii în cosmogonie nu contestă că obiectele cosmice au apărut în mod istoric și se află într-un proces de dezvoltare. A contesta acest lucru ar însemna, nici mai mult, nici mai puțin, decît a contesta caracterul de știință al cosmogoniei. Dar, „recunoscînd” dezvoltarea, unii oameni de știință idealiști îi văd cauza nu în activitatea lăuntrică a materiei, ci într-un „impuls primar” exterior. Ei consideră că „procesul lumii” a avut un început și tinde spre un sfîrșit, „...Universul material pare că se apropie de sfîrșit asemenea unui basm deja povestit, dizolvîndu-se în neființă, ca o viziune”² — scria cunoscutul astrofizician englez J. Jeans (1877—1946). Potrivit cuvintelor lui Jeans, mașina Universului se sfîrșimă, se scindează și se distruge în permanență, iar reconstituirea ei este cu neputință. Așadar, în lume există dezvoltare, dar această „dezvol-

¹ V. I. Lenin, Opere, vol. 38, Editura politică, 1959, pag. 253.

² J. Jeans : „Mișcarea lumilor”, Moscova, 1933, pag. 142.

tare" este concepută ca o degradare continuă, ca un neîncetat „torent al morții”. Desigur, asemenea concepții asupra proceselor de dezvoltare din Univers nu sînt o simplă generalizare a datelor furnizate de observație, nu pornesc „direct de la fapte”. Ele reprezintă o interpretare a unui grup de fapte unilaterale alese, în spiritul unei filozofii bine determinate, al filozofiei idealiste. Această filozofie este „motivul ascuns” care a împins pe mulți oameni de știință chiar spre denaturarea directă a rezultatelor astronomiei.

Am dat exemple care arată că în concluziile sale cele mai generale, specialistul în cosmogonie nu se poate lipsi de filozofie și nu se lipsește de ea. Dacă specialiștii sovietici în cosmogonie caută în cercetările lor să folosească în mod conștient metoda dialectică a marxismului, unica metodă care corespunde conținutului științei din zilele noastre, în schimb mulți specialiști de peste hotare care nu cunosc filozofia marxist-leninistă trag într-o serie de cazuri concluzii greșite, idealiste acolo unde nu sînt încă suficiente fapte pentru a reconstitui tabloul procesului cosmogonic și unde cercetătorul este nevoit să adauge multe „de la el”.

**Despre subiectivism
și formalism
în cosmogonia
contemporană**

În cercetările cosmogonice ale oamenilor de știință contemporani de peste hotare au căpătat o largă răspîndire subiectivismul și formalismul.

Subiectivismul se manifestă în cosmogonie în tendința de „a stabili” legile de dezvoltare a obiectelor cosmice în mod aprioric, și nu pe baza cercetării amănunțite a lumii reale, ceea ce rezultă nemijlocit din punctul de vedere idealist-subiectiv, potrivit căruia s-ar fi „demonstrat că Universul material obiectiv este format numai din construcțiile propriilor noastre minți”¹. V. I. Lenin a supus unei critici nimicitoare filozofia idealist-subiectivă în cartea sa „Materialism și empiriocriticism”, unde a arătat că o asemenea filozofie este „pentru științele naturii ceea ce a fost pentru Hristos sărutul creștinului Iuda”².

¹ J. Jeans : „Physics and Philosophy”, Cambridge, 1943, pag. 216.

² V. I. Lenin, Opere, vol. 14, Editura politică, 1959, pag. 342.

Subiectivismul în cosmogonie se exprimă adesea în aceea că pentru explicarea unor fapte se născocesc un mecanism fantastic, cât se poate de neverosimil. Ca exemplu pot servi ipotezele „catastrofice” ale originii sistemului solar, emise de R. Littleton și F. Hoyle (vezi paragr. 2 din cap. III). În alte cazuri, subiectivismul se manifestă în tendința de „a înghesui” cu orice preț fapte noi în cadrul vechii ipoteze care „pîrîie din toate încheieturile” de multă vreme. În sfîrșit, dau dovadă că folosesc o metodologie subiectivistă, antiștiințifică acei oameni de știință care în ipotezele lor ignorează chiar și faptele bine cunoscute sau le privesc cu o „neobișnuită ușurință”. Astrofizicianul și specialistul englez în cosmogonie F. Hoyle povesteste că el și R. Littleton au stabilit comunitatea concepțiilor lor cosmogonice la un pahar de ceai și după aceasta au creat ipoteza originii stelelor¹. Selecționînd în mod arbitrar faptele care urmează să fie puse la baza concepției cosmogonice, născocind pentru explicarea acestora mecanisme artificiale, renunțînd la faptele care contrazic această explicație, putem emite, desigur, oricîte ipoteze cu privire la procesele dezvoltării obiectelor cosmice. Toate acestea vor avea „numai” o singură deficiență, și anume : vor fi cu totul străine de realitatea obiectivă.

În cosmogonie, subiectivismul nu se manifestă întotdeauna fățiș, ci deseori sub aspectul formalismului. Este vorba de faptul că în cosmogonia contemporană își găsește o aplicare tot mai mare matematica. În prezent, concepțiile cosmogonice sînt de neconceput fără un aparat matematic, fără verificarea cantitativă a concluziilor ce decurg din ele. Acest fapt reflectă uriașele succese ale cosmogoniei contemporane în comparație cu vechea cosmogonie. Dar uneori specialistul în cosmogonie pierde din vedere însăși esența problemei din cauza ecuațiilor matematice, din cauza armoniei logice a raționamentelor, fondate de obicei pe vreo ipoteză speculativă. În loc de a cerceta legile de dezvoltare a obiectelor cosmice, munca lui se transformă într-un joc cu

¹ F. Hoyle : „The Nature of the Universe”, Oxford, 1952, pag. 48.

formulele și ecuațiile, care dintr-un mijloc ajutător devin aproape principalul țel. O astfel de construcție este ipoteza cosmogonică a astronomului german K. F. Weizsäcker.¹ Pentru a explica originea sistemului solar, Weizsäcker presupune formarea în mediul difuz primar a unui sistem complex de vîrtejuri; el propune un mecanism asemănător și pentru explicarea originii stelelor și galaxiilor. Weizsäcker folosește pe larg aparatul matematic; în concluziile sale el se sprijină pe teoria turbulenței și pe fizica statistică. Dar toată această construcție complicată, care aparent are un aspect foarte „științific”, nu este în stare, de pildă, să răspundă la o întrebare atît de simplă: de ce în nebuloasă s-au format anume atîtea vîrteje sau turbioane cîte planete există, și nu mai multe sau mai puține. Ipoteza lui Weizsäcker nu poate răspunde de asemenea la multe alte întrebări tot atît de elementare. Și nu este de mirare, deoarece ea este produsul acelei „uitări a materiei de către matematicieni” pe care a condamnat-o V. I. Lenin în cartea „Materialism și empiriocriticism”². În unele cazuri, asemenea construcții formale au avut totuși un anumit rol pozitiv în dezvoltarea cosmogoniei. În majoritatea cazurilor ele s-au dovedit însă infructuoase.

O manifestare caracteristică a formalismului în cosmogonie este tendința spre elaborarea cantitativă amănunțită a unei ipoteze cosmogonice chiar și atunci cînd sînt încă absolut insuficiente datele empirice pentru calcul (de pildă, în cosmogonia planetară, în care pînă în prezent nu a fost elucidată natura „materiei primare” din care s-au format planetele). Aceasta duce în mod inevitabil la substituirea faptelor ce lipsesc prin noi ipoteze, mai mult sau mai puțin arbitrare. În ultimă analiză, cu tot eșafodajul matematic aparent impresionant, ipoteza rămîne totuși o schemă speculativă. Iar coincidența cifrică a concluziilor ipotezei cu observațiile se realizează adesea printr-o simplă adaptare a calculelor la rezultatul dinainte scontat.

¹ Despre ipoteza lui K. Weizsäcker se povestește mai amănunțit în paragr. 2 din cap. III.

² Vezi V. I. Lenin, Opere, vol. 14, Editura politică, 1959, pag. 302.

**Cosmogonia
nu dă temel pentru
agnosticism**

În fiecare ipoteză cosmogonică au existat întotdeauna elemente care s-au dovedit eronate la verificare. Deseori s-a dovedit nejustă și ipoteza

în ansamblul ei. Aceasta creă la unii oameni de știință impresia că înlocuirea unei ipoteze cosmogonice prin alta nu este decît trecerea de la o rătăcire la alta. „Mulțimea și schimbarea ipotezelor care se înlătură una pe alta dă naștere foarte ușor, ca urmare a unei insuficiente pregătiri logice și dialectice a cercetătorilor naturii, ideii că noi nu sîntem în stare să cunoaștem esența lucrurilor...”¹

Agnosticismul îmbracă în cosmogonie forme foarte diferite. Unii astronomi cu concepții religioase sau mistice exclud în genere cosmogonia din sfera științei, presupunînd că ea ține de domeniul credinței. Astfel, astronomul englez W. Smart scrie : „Din fericire, oamenii de știință devin mai informați despre primejdiile ascunse în credința oarbă că știința este cheia de aur cu care pot fi deschise ușile spre toate cunoștințele și sînt gata să recunoască că în sfera experienței omenești există probleme mai mărețe decît problemele pentru care este acceptabilă metoda științei”². Alți astronomi, deși includ cosmogonia în domeniul științei, consideră totuși că esența proceselor cosmogonice va rămîne pentru noi întotdeauna necunoscută. J. Jeans, care s-a ocupat el însuși mult de problemele cosmogoniei, presupunea că „...cercetătorul în domeniul cosmogoniei nu poate fi niciodată sigur de rezultatele cercetărilor sale ; unica afirmație pozitivă pe care o poate face el este că în cosmogonie nu există nimic cert”³. El afirma, de asemenea, că „înțelegerea proceselor fundamentale ale naturii va rămîne pentru noi întotdeauna un țel de neatins”⁴.

Unii astronomi (de pildă eminentul astrofizician american, H. Russell), considerînd problema cosmogonică rezolvabilă în principiu, cred că rezolvarea ei nu ține de

¹ F. Engels : „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 222.

² W. M. Smart : „The Origin of the Earth”, Cambridge, 1951, pag. 234.

³ J. Jeans : „Ipoteza lui Laplace și teorie contemporană a originii lumii”, în cartea „Cea mai nouă teorie a originii lumii”, Moscova, 1923, pag. 40.

⁴ J. Jeans : „Physics and Philosophy”, Cambridge, 1943, pag. 175.

prezent, ci de un viitor nedeterminat, adică își exprimă, de fapt, și ei neîncrederea în puterea științei.

Cea mai bună infirmare a tuturor tezelor de acest fel o pot constitui rezultatele cosmogoniei contemporane atît din domeniul cercetării pe bază de observație a particularităților proceselor cosmogonice, cît și din domeniul interpretării teoretice a datelor furnizate de observație. Aceste rezultate reprezintă, firește, de-abia primul pas în crearea tabloului integral al dezvoltării sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive. Și este lesne de înțeles. În procesul dezvoltării științei, esența obiectului, conținutul și caracterul unui proces oarecare nu se cunosc niciodată dintr-o dată, ci întotdeauna treptat. „Gîndirea omului se adîncește neîncetat de la fenomen către esență, de la esența... de gradul întîi către esența de gradul al doilea ș.a.m.d. *fără sfîrșit*”¹. Remarcabilele realizări ale cosmogoniei contemporane ne spun nu numai că noi nu cunoaștem încă multe lucruri, ci, în primul rînd, ne arată cît de multe lucruri am reușit să știm. Ele ne insuflă încrederea că problema cosmogonică poate fi și va fi rezolvată.

Cosmogonia și alte științe

Cercetarea legilor corelației, originii și dezvoltării diferitelor obiecte cosmice are o uriașă însemnătate pentru științele concrete ale naturii. Să vedem, de pildă, care este însemnătatea cosmogoniei pentru fizica modernă.

Rezultatele astrofizicii și cosmogoniei îmbogățesc fizica cu date despre asemenea stări ale obiectelor materiale care în condițiile terestre fie că sînt extrem de greu realizabile, fie că nu sînt realizabile în genere. Este vorba, de pildă, despre starea de neobișnuită rarefiere și cea de colosală densitate, de un grad uriaș de ionizare și de temperaturi supraînalte. Cercetarea obiectelor materiale pe scara extrem de largă a diferitelor stări sugerează căile de rezolvare a unor probleme fizice de o deosebită importanță. Se poate menționa problema reacțiilor termonucleare, care a fost ridicată de astrofizică, iar apoi și-a căpătat o aplicare practică. Se poate afirma chiar mai mult: dezvoltarea fizicii moderne are loc în unele privințe paralel cu dezvoltarea particulari-

¹ V. I. Lenin, Opere, vol. 38, Editura politică, 1959, pag. 251.

tăților de dezvoltare a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive. Cercetările asupra razelor cosmice, asupra radiației cosmice, care sînt legate nemijlocit de problema cosmogonică, au avut o însemnătate excepțională pentru dezvoltarea fizicii moderne. Rezultatele și problemele astrofizicii și cosmogoniei pun în fața fizicii sarcina de a trece de la legile fizicii terestre, care corespund condițiilor în care s-a dezvoltat pînă în prezent omenirea, la legile mai generale ale fizicii cosmice. Nu întîmplător studiul particularităților proceselor care au loc în plasmă — problemă care a atras cu totul recent atenția fizicienilor — coincide cu începutul erei cuceririi spațiului cosmic. Astrofizicienii au lămurit de mult că materia cosmică se găsește mai ales în stare de plasmă, adică de gaz în întregime sau parțial ionizat. În ultima vreme, lucrările lui V. A. Ambartsumian au pus în fața fizicii problema de a cerceta stările supradense ale materiei. Nu încapă îndoială că și în această direcție fizica va obține rezultate extrem de valoroase.

Concluziile cosmogoniei contemporane au o însemnătate și mai mare pentru științele care studiază Pămîntul: geologia, geofizica și geochimia. Multe probleme privitoare la starea actuală a Pămîntului, inclusiv probleme pur practice, nu pot fi rezolvate fără folosirea datelor despre alte elemente constitutive ale sistemului solar. Despre aceasta se va vorbi amănunțit în capitolul al III-lea.

2. COSMOGONIA BAZATĂ PE FILOZOFIA NATURII, COSMOGONIA CLASICĂ ȘI CEA CONTEMPORANĂ

**Legătura dintre
cosmogonia veche și
cea contemporană**

Ipotezele cosmogonice din trecut și chiar dintr-un trecut relativ recent au fost construite, de obicei, pe un material factic insuficient de bogat și deseori erau construcții complicate, speculative. Descoperirea a cîtorva fapte noi care nu se încadrau în aceste ipoteze ducea la înlocuirea lor cu altele, uneori tot atît de speculative. Aceasta justifică într-o oarecare măsură atitudinea sceptică față de vechile ipoteze cosmo-

gonice. Și, totuși, ar fi greșit să înfățișăm istoria cosmogoniei ca un lanț neîntrerupt de erori și rătăcirii. Succesiunea ipotezelor (nu vorbim despre speculațiile și construcțiile arbitrare care au existat în istoria cosmogoniei, ci despre ipotezele construite pe baza datelor furnizate de observații) reflectă dezvoltarea progresivă și aprofundarea cunoașterii, mersul ei de la un adevăr relativ la altul, mai apropiat de adevărul absolut. Engels le caracteriza drept „...cunoștințe care, prin natura lucrurilor, rămân relative pentru multe serii de generații, urmînd a fi desăvîrșite treptat, sau... rămîn pentru totdeauna defectuoase și incomplete datorită lipsei materialului istoric, ca în cosmogonie, geologie, istoria omenirii..”¹

Dezvoltarea concepțiilor cosmogonice contemporane nu a început, după cum am arătat, „pe un loc gol”. Dimpotrivă, cosmogonia contemporană, respingînd cu hotărîre concepțiile învechite și eronate, a absorbit tot ce a fost rațional în vechea cosmogonie. În ce constă, după părerea noastră, legătura dintre cosmogonia contemporană și vechea cosmogonie?

1. Vechea cosmogonie a pus în fața oamenilor de știință o serie de probleme importante. Printre ele sînt și următoarele: care este originea și dezvoltarea sistemului solar și a diferitelor sale elemente constitutive, a stelelor, a grupurilor și roiurilor de stele, a materiei difuze, a galaxiilor? Se poate oare considera procesul de dezvoltare a sistemului solar independent de procesele de dezvoltare a stelelor și a sistemelor lor? Care este starea materiei din care apar obiectele cosmice de diferite tipuri? Care este mecanismul apariției lor? Trebuie oare să folosim ipoteza proceselor „catastrofice” sau „explozive” pentru explicarea originii diferitelor sisteme cosmice, sau ne putem lipsi de această ipoteză? Oare obiectele cosmice pe care le observăm s-au format în același timp, de pildă acum cîteva miliarde de ani, sau ele apar și în prezent? Formulînd aceste probleme și altele, vechea cosmogonie nu a putut să le rezolve cît de cît satisfăcător: nu avea suficiente fapte, nu era

¹ F. Engels: „Anti-Dühring”, E.S.P.L.P. 1955, ediția a III-a, pag. 104.

suficient de dezvoltat aparatul teoretic respectiv. Cosmogonia contemporană a fost nevoită să rezolve în multe privințe aceleași probleme pe care le formulase și încercase să le rezolve, dar nu le rezolvase vechea cosmogonie.

2. Vechea cosmogonie și-a elaborat o abordare proprie a problemei cosmogonice. În cadrul ei s-au constituit anumite concepții asupra originii sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive. Cosmogonia contemporană s-a format în urma analizei și criticii vechilor încercări de rezolvare a problemei cosmogonice și a concepțiilor anterioare pe bază de noi fapte, de la un nivel mai înalt de dezvoltare a fizicii teoretice.

3. Vechea cosmogonie a enunțat unele idei generale care au căpătat o anumită concretizare în cercetările cosmogonice din zilele noastre. Care sînt aceste idei ? Să indicăm, de pildă, ipoteza lui W. Herschel, potrivit căreia stelele se formează împreună, în grupuri (formarea lor are loc și în prezent). Un rol important în istoria cosmogoniei l-au jucat ideile lui I. Kant că în Univers se formează și pier neconținut diferite sisteme cosmice, că planetele au apărut într-un proces unic cu Soarele ; reprezentările despre rolul imens pe care îl au în procesele cosmogonice forțele de respingere, reprezentări susținute de I. Kant și de marele astronom rus F. A. Bredihin (1831—1904) ; concepțiile remarcabilului matematician francez J. Lagrange (1736—1813) despre posibilitatea formării unor obiecte cosmice în urma unor grandioase procese eruptive din cosmos ; interpretarea evoluționistă de către H. Russell a diagramei „spectru-luminositate”.

Totodată ar fi o greșeală serioasă, după părerea noastră, să considerăm că ideile și concepțiile cosmogoniei contemporane trebuie să fie neapărat doar o dezvoltare, fie ea și creatoare, a ideilor și concepțiilor vechii cosmogonii. Într-adevăr, cea mai mare parte a tezelor vechii cosmogonii nu reprezentau concluzii directe deduse din fapte sau ipoteze care să fi fost apoi confirmate prin observație. Ca exemplu poate servi problema naturii substanței protoplanetare. Vechile concepții porneau, ca de la ceva de la sine înțeles, de la ideea că materia care a stat la baza formării planetelor, pe orice cale ar

fi ajuns aceasta în jurul Soarelui, se afla în stare difuză (gaze sau pulberi). Aceleași reprezentări despre natura materiei protoplanetare pe care acad. O. I. Šmidt (1891—1956) le-a numit „o contribuție veșnică la știință”¹ sînt dezvoltate și în concepțiile cosmogonice din ultimii ani. Dar nimeni nu a demonstrat că materia protoplanetară nu poate fi ceva deosebit de nebuloasa difuză formată din gaze și pulberi. Un răspuns de nădejde la întrebarea care este natura materiei primare din care s-au format planetele trebuie să-l așteptăm, evident, de la cosmogonia stelară, deoarece planetele s-au format împreună cu Soarele, care este una dintre stele. Nu este exclus ca materia protoplanetară să se fi aflat mai curînd în stare supradensă decît în stare extrem de rarefiată. Dacă această presupunere s-ar confirma (ceea ce nu este de loc lipsit de probabilitate), multe concepții din ultimii ani consacrate analizei originii și dezvoltării sistemului solar ar deveni dintr-o dată de domeniul trecutului, cu toate că în ele s-au dezvoltat ipotezele cosmogoniei clasice, sau poate tocmai din această cauză.

**Despre formularea
problemei
cosmogonice**

Adeseori concepțiile cosmogonice contemporane nu sînt de loc dezvoltarea directă și generalizarea concepțiilor anterioare. Formularea problemei cosmogonice și procedeele rezolvării ei în diferitele etape ale istoriei cosmogoniei au fost calitativ diferite. Într-un anumit sens putem spune că, de fapt, cosmogonia contemporană reprezintă negarea vechii cosmogonii. Noi credem că în istoria dezvoltării ideilor cosmogonice putem desprinde trei perioade principale, care diferă între ele prin felul de a formula problema cosmogonică și prin procedeele rezolvării ei: cea bazată pe filozofia naturii, cea clasică și cea contemporană. Prima perioadă cuprinde dezvoltarea cosmogoniei preștiințifice, iar ultimele două caracterizează dezvoltarea cosmogoniei ca știință.

1. Cosmogonia bazată pe filozofia naturii cuprinde perioada începînd din antichitate și pînă la apariția ipotezei cosmogonice a lui Kant (1755). Cosmogonia nu se separase pe vremea aceea ca o știință de sine stătătoare.

¹ Vezi „Lucrările primei consfătuiri în problemele de cosmogonie”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1951, pag. 9.

toare, ci făcea parte din filozofie, era o parte constitutivă a ei. Cosmogonia bazată pe filozofia naturii a enunțat, pe lângă zugrăvirea cu totul fantastică a dezvoltării cosmosului, o seamă de idei profunde : circuitul materiei în Univers — adică procesul permanent de naștere, de dezvoltare și de dispariție a obiectelor cosmice —, contradicțiile interne ca izvor al dezvoltării etc.

2. Cosmogonia clasică¹ începe cu ipoteza lui Kant și ajunge la o dezvoltare deosebită în ipotezele lui P. Laplace și J. Jeans². Clasice în sensul menționat de noi sînt și multe ipoteze cosmogonice din ultima vreme. Baza de observație a cosmogoniei clasice a constituit-o un număr limitat de fapte, în primul rînd privind particularitățile mecanice și dinamice ale obiectelor cosmice și într-o anumită măsură și particularitățile lor fizice. Sub raport teoretic, cosmogonia clasică se sprijinea de fapt pe dezvoltarea mecanicii cerești și numai la sfîrșitul perioadei considerate și pe rezultatele fizicii teoretice și ale astrofizicii. De aici decurge caracterul speculativ și mecanicist al ipotezelor ei, construite mai cu seamă pe analiza interacțiunilor gravitaționale³.

În cosmogonia clasică, formularea problemei cosmogonice consta în încercarea de a explica starea actuală a obiectelor cosmice prin presupunerea că ele s-ar fi condensat dintr-un nor difuz (ipotezele nebulare) sau prin presupunerea că ar fi avut loc procese catastrofice (ipotezele catastrofice).

Ipotezele „nebulare” se reduceau, în genere, la explicarea particularităților mișcării și naturii planetelor mari. Altor elemente constitutive ale sistemului solar fie

¹ Termenul „cosmogonie clasică” este folosit de noi într-o accepție întrucîtva deosebită de cea adoptată în general, în care se înțeleg prin cosmogonie clasică numai ipotezele „nebulare”. Noi înțelegem prin cosmogonie clasică un anumit fel de a formula problema cosmogonică și anumite procedee de rezolvare a acesteia, foarte asemănătoare și în concepția lui Laplace și în concepția lui J. Jeans.

² Conținutul acestor ipoteze este expus în capitolul al III-lea.

³ În concepțiile lui Kant și Laplace existau și unele supoziții profund dialectice. Vezi despre aceasta : A. S. Arseniev : „Importanța teoretică a ideilor cosmogonice ale lui Kant și Laplace” (dissertație), Institutul de filozofie al Academiei de Științe a U.R.S.S., 1954.

că nu li se atribuia nici un fel de însemnătate cosmogonică, fie că li se atribuia un rol subordonat. Ipotezele „nebulare” nu recunoșteau existența unor salturi calitative bruște în dezvoltarea obiectelor cosmice. Toate acestea atestă caracterul mărginit și unilateral al ipotezelor „nebulare”. Dezvoltarea cosmogoniei, precum și a fizicii și a altor științe a arătat caracterul nejust al mecanismelor concrete ale formării obiectelor cerești formulate în aceste ipoteze.

Conceptiile „catastrofice” atribuiau un rol deosebit în procesele formării obiectelor cosmice unor forțe externe: fenomenelor de maree care iau naștere datorită interacțiunii maselor gazoase sau lichide, unor evenimente cu caracter catastrofic: ciocniri, explozii, captări etc. Caracterul artificial și nefiresc al ipotezelor „catastrofice” era, în multe cazuri, mai vădit decât în cazul ipotezelor „nebulare”.

Prin însăși esența sa, cosmogonia clasică a fost speculativă, întrucât nu se baza pe suficient material faptic. Ea a constituit însă o etapă firească și necesară în dezvoltarea științei cosmogonice.

3. Cosmogonia contemporană, bazată pe observație¹ se sprijină pe un imens material faptic, precum și pe nivelul înalt de dezvoltare a fizicii teoretice moderne. O particularitate a cosmogoniei bazate pe observație o constituie examinarea nu numai a proceselor mecanice, ci mai ales a proceselor fizice din Universul „astronomic” pe baza datelor termodinamicii și electrodinamicii, fizicii nucleare și radiofizicii. Formularea problemei în cosmogonia bazată pe observație se deosebește calitativ de formularea ei în cosmogonia clasică: de la fapte, pe calea analizei lor teoretice, ea înaintează spre construirea de ipoteze care sînt în permanență verificate și precizate prin noi observații. Prima cercetare de sinteză în care au fost formulate principiile cosmogoniei de observație și unele realizări ale acesteia este lucrarea lui V. A. Ambartumian „Evoluția stelelor și astrofizica”².

¹ Termenul „cosmogonia bazată pe observație” nu este prea reușit. Noi îl folosim totuși, avînd în vedere că fără observații, după cum a remarcat V. A. Ambartumian, cercetările noastre teoretice riscă să alunece pe calea scolasticii sterile.

² V. A. Ambartumian: „Evoluția stelelor și astrofizica”, Editura Academiei de Științe a R.S.S. Armene, Erevan, 1947.

Cosmogonia bazată pe observație consideră ca cel mai important sprijin al său datele factice, punerea în lumină a acelor legi specifice cărora li se supun procesele cosmogonice. Aceste legi sînt foarte complexe și specifice. Concepțiile cosmogoniei bazate pe observație reprezintă abia primul pas spre crearea unui tablou integral al proceselor de dezvoltare din universul „astronomic”. Totodată, ele reprezintă un pas real pe calea rezolvării problemei cosmogonice.

3. PROCEDEEELE DE CERCETARE A PROCESELOR DEZVOLTĂRII OBIECTELOR COSMICE

<p>„Structura” și „istoria” obiectelor cosmice</p>	<p>Care este caracterul materialului faptic folosit de către cercetător pentru rezolvarea problemelor cos- mogonice concrete ?</p>
--	--

Cînd studiem procesele dezvoltării unui sistem complex, avem de-a face cu două genuri de material faptic : 1) cu elemente și legături ale sistemului care sînt date concomitent ; 2) cu elemente și legături ale sistemului care se desfășoară succesiv în timp. Primul gen de materiale poate fi numit convențional structura obiectului (sau, dacă este vorba despre legături, legături de structură, structurale), al doilea gen — istoricul sistemului (sau, respectiv, legături istorice)¹. Ca exemplu de structură a obiectului pot servi elementele oricărui sistem cosmic în starea lui actuală, de pildă elementele constitutive ale unei galaxii ; ca exemplu de legături structurale — legătura grupurilor de gigante fierbinți și de nebuloase difuze în asociațiile O. Exemple de istorie a obiectului sînt caracteristicile oricărui obiect nestăionar în diferitele momente ale dezvoltării lui : caracteristicile cometei periodice în aparițiile trecute și în prezent, caracteristicile unei nove pînă la, după și în timpul exploziei, strălucirea unei nebuloase cometare în diferiți ani etc.

¹ Vezi B. A. Grușin, „Studii asupra logicii cercetării istorice”, Editura „Vișșaiia škola”, Moscova, 1961.

În principiu, deosebirile din materialul dat cercetătorului sînt, poate, foarte convenționale: structura obiectului se dezvoltă în orice moment dat („își trăiește” istoria), iar procesele istorice se desfășoară în cadrul obiectului de o structură sau alta. Dar, în practică, aceste deosebiri capătă un sens profund, deoarece „reconstruirea” mintală a proceselor dezvoltării obiectului, pe baza cercetării structurii lui și a istoriei lui, necesită aplicarea unor procedee diferite de cercetare. Ele sînt deosebit de esențiale pentru cosmogonie, deoarece nu există nici un singur obiect cosmic la care să ne fie cunoscute toate sau aproape toate stările din trecut: numai unele procese nestaționare ne dau posibilitatea să cercetăm nemijlocit „fragmente” nu prea mari din istoria unor obiecte.

Ce procedee de cercetare folosesc Cosmogonia clasică și cea contemporană (conștient sau, deseori, inconștient) specialiștii contemporani în cosmogonie pentru a-și atinge țelurile?

Această întrebare trezește un interes cu atît mai mare cu cît în zilele noastre există în cosmogonie două orientări diferite: cea clasică și cea bazată pe observație. Folosind același material, același nivel de dezvoltare a fizicii teoretice, adepții fiecăreia dintre aceste orientări rezolvă problema cosmogonică într-un mod cu totul diferit. Să analizăm la început deosebirea dintre procedeul clasic și cel bazat pe observație în rezolvarea problemei cosmogonice.

Atît concepțiile clasice cît și cele contemporane „pornesc de la observații”. Dar autorii concepțiilor clasice caută „să deducă” starea actuală a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive pe baza a tot felul de presupuneri apriorice, folosind faptele numai „pentru control”, pentru lămurirea împrejurării care arată în ce măsură concluziile concepțiilor coincid cu datele faptice. Deci în concepțiile clasice se acordă un loc nejustificat de mare speculației. Dimpotrivă, în cosmogonia bazată pe observație, faptele servesc ca bază și ca un fel de „bază de direcție” în toate etapele construirii concepției.

Mai departe, concepțiile clasice pornesc, de regulă, nu de la particularitățile specifice, individuale ale obiectelor cosmice de diferite tipuri, ci caută să explice unele

caracteristici „medii” ale acestor obiecte. Or, tocmai în particularitățile discrete ale „structurii” sistemelor cosmice și ale elementelor lor constitutive se pot cel mai ușor descoperi „urmele” proceselor de dezvoltare care au avut loc. În consecință, concepțiile clasice oglindesc numai în unele cazuri, mai mult sau mai puțin just, elementele proceselor reale ale dezvoltării; în majoritatea cazurilor, ele reprezintă niște scheme formale. Cosmogonia de observație, dimpotrivă, acordă cea mai mare atenție studierii particularităților discrete ale „structurii” sistemelor cosmice și studierii proceselor nestaționare care au loc în diferite sisteme cosmice, și în primul rând aceloră dintre ele în care observațiile ne permit să dezvăluim deosebit de distinct procesele reale ale dezvoltării. În afară de aceasta, în cosmogonia bazată pe observație se ia în considerație că, în condițiile cosmice pot căpăta o uriașă însemnătate asemenea însușiri ale materiei care sînt aproape imperceptibile sau nu se manifestă de loc în condițiile terestre. În concepțiile clasice însă, acest specific al megacosmosului nu se ia aproape de loc în seamă.

Concepțiile clasice caută să explice orice fapte nou descoperite neapărat în cadrul fizicii moderne, chiar atunci cînd imposibilitatea sau extrema artificialitate a unei asemenea explicații este aproape evidentă. Îngrămădind una peste alta explicații artificiale și complicate, înghesuind faptele noi într-o schemă dinainte dată, concepțiile clasice devin în multe cazuri o frînă în calea cercetării proceselor cosmogonice reale. Cosmogonia bazată pe observație, după cum am remarcat, cere, dimpotrivă, introducerea de noi ipoteze îndrăznețe, în speță și ipoteze care sînt legate de depășirea cadrului legilor fizicii moderne (în cazurile în care observațiile ne arată imposibilitatea de a explica noile fapte numai cu ajutorul ideilor cunoscute).

Formularea clasică a problemei corespunde într-o măsură cu mult mai mică stării actuale a cosmogoniei decît formularea ei în cosmogonia bazată pe observație. De aceea considerăm că nu este cu puțință să fim de acord cu părerea profesorului L. E. Gurevici, autorul uneia dintre concepțiile clasice din cosmogonie, care

cerea ca aceasta să fie considerată „cel puțin egală în drepturi cu toate celelalte”, în primul rând cu concepțiile cosmogoniei bazate pe observație ¹.

**Procedeul logic
și procedeul istoric
de cercetare
în cosmogonia
contemporană**

Să analizăm acum procedeele de cercetare care se aplică de fapt în cosmogonia contemporană (bazată pe observație). Pe baza celei mai amănunțite analize a structurii unui anumit sistem cosmic, a elementelor

lui componente și a proceselor nestaționare care au loc în el, specialistul în cosmogonie trebuie să scoată în evidență elementele sistemului care indică procesele dezvoltării, „să reconstituie” aspectul lor inițial și condițiile legate de apariția și dezvoltarea acestor elemente, cu alte cuvinte să dezvăluie direcția, caracterul dezvoltării sistemului, mecanismul ei, punctul ei de plecare și, în ultimă analiză, să reconstituie întreaga istorie a sistemului ca un proces necesar, lăuntric condiționat al dezvoltării. Acest lucru devine posibil nu numai pentru că noi putem să ne dăm seama într-o oarecare măsură de istoria trecută a sistemului după procesele care se observă în el și astăzi, ci și pentru că structura oricărui sistem conține întotdeauna, într-o formă mai mult sau mai puțin transformată, propria lui istorie. Reproducerea istoriei sistemului după starea lui actuală se realizează prin intermediul procedeeelor și metodelor logice de cercetare, în timp ce reproducerea teoretică a procesului dezvoltării sistemului pe baza analizei nemijlocite a istoriei lui necesită alte procedee și metode de cercetare, și anume istorice ².

Aplicarea procedeeelor și metodelor logice de cercetare presupune aplicarea procedeeelor și metodelor istorice de cercetare, și invers. Întrucât în cosmogonie sfera cercetării propriu-zis istorice este foarte limitată sau o asemenea cercetare este absolut cu neputință, specialistul în cosmogonie este nevoit să folosească cu precădere procedeele și metodele logice de reproducere în

¹ Vezi „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, ed. rusă, pag. 253.

² Despre deosebirea dintre metoda logică și cea istorică de cercetare, vezi K. Marx: „Contribuții la critica economiei politice”, Editura politică, 1960, ediția a II-a, pag. 249.

gîndire a proceselor dezvoltării, recurgînd la procedeele și metodele istorice de cercetare numai acolo unde pentru aceasta există materialul faptic corespunzător.

Procedeele și metodele menționate de cercetare (atît logice, cît și istorice) necesită ca o condiție preliminară pentru a fi aplicate existența unui anumit material empiric. Ele trebuie aplicate la analiza faptelor, și nu la examinarea, de pildă, a ipotezelor speculative ale unui astronom sau altuia, pentru că în acest caz întreaga „cercetare” s-ar reduce la exerciții pur logice și matematice, îndepărtate de realitate, adică ar deveni o cercetare clasică tipică.

DE LA MICROCOSMOS LA METAGALAXIE

1. MICROCOSMOS, MACROCOSMOS, MEGACOSMOS

Cele trei „lumi”
ale științei
contemporane

Cîndva era accesibilă cercetării științifice numai o regiune foarte mică din Univers, regiune în care cele mai potrivite unități de măsură erau: pentru lungime — centimetrul sau kilometrul, pentru timp — secunda sau anul, pentru viteză — metrul pe secundă. Legile proprii acestei regiuni (ale macrocosmosului) au fost cele studiate în primul rînd. Dezvoltarea ulterioară a științei și a tehnicii a dat posibilitate omului să depășească cadrul macrocosmosului, să ajungă în domeniul megacosmosului, unde nu numai kilometri, dar chiar și miliardele de kilometri reprezintă o unitate de lungime cu totul nepotrivită¹, unde durata proceselor se poate măsura în miliarde de ani, iar vitezele ating adesea mii și chiar sute de mii de kilometri pe secundă. Megacosmosul este lumea sistemelor cosmice gigantice, a căror totalitate formează sistemul de ordinul cel mai înalt cunoscut în epoca noastră, Metagalaxia.

Regiunea *megacosmosului* reprezintă o imensă diversitate de forme și de stări ale materiei, foarte deosebite de ceea ce cunoaștem pe Pămînt. Cu fiecare zi, știința pătrunde tot mai adînc în megacosmos și fiecare descoperire nouă aduce cu sine multe elemente noi, care depășesc uneori cadrul obișnuitului.

Pe de altă parte, oamenii de știință au pătruns în profunzimea materiei. în domeniul *microcosmosului*,

¹ În megacosmos se folosesc următoarele unități pentru distanță: anul-lumină (10^{13} km), parsecul ($3 \cdot 10^{13}$ km), kiloparsecul (10^3 parseci), megaparsecul (10^6 parseci).

unde au de-a face cu lungimi de ordinul miliardimilor de centimetru, cu o durată a unor evenimente care au loc în milionimi de secundă.

Aici, oamenii de știință s-au ciocnit din nou de fenomene care la prima vedere erau în contradicție cu „bunul-simț”, au întâlnit legi ce se deosebeau pronunțat de legile macrocosmosului. S-a văzut că microcosmosul, macrocosmosul și megacosmosul nu sînt construite după principiul ațelor păpuși din lemn care intră perfect una într-alta, deosebindu-se între ele numai ca dimensiuni. Dimpotrivă, fiecare dintre aceste „lumi” își are particularitățile sale calitative. Totodată, aceste „lumi” nu sînt separate una de alta printr-o prăpastie de netrecut.

Lumea nu este numai nesfîrșit de variată, ci și unitară. Unitatea lumii constă în materialitatea ei, în existența legilor generale, valabile pentru cele mai diferite „nivele” ale materiei.

Cosmogonia cercetează procesele de dezvoltare care au loc atît în megacosmos și macrocosmos, cît și în microcosmos. Într-adevăr, studierea dezvoltării stelelor nu este cu puțință fără studierea proceselor care au loc înăuntrul atomului, iar originea și dezvoltarea atomilor nu pot fi, probabil, înțelese în afara problemei dezvoltării stelelor. În aceasta constă, de altfel, încă una din dificultățile care stau în calea rezolvării problemei cosmogonice. În multe cazuri, obiectelor cosmice nu li se pot aplica principiile și legile fizicii terestre fără o fundamentare specială a unei asemenea extrapolări sau fără corecturi „la scară”. Trebuie să ne îndreptăm principală atenție asupra dezvăluirii unor particularități ale materiei cosmice care nu se manifestă în condițiile terestre sau nu au aici un mare rol. Prezicerea acestor particularități, prevederea lor pe cale pur speculativă pare imposibilă. Numai acumularea de fapte mereu noi și analiza lor minuțioasă ne permit să abordăm rezolvarea problemei cosmogonice.

În acest capitol vom examina principalele fapte a căror analiză aruncă lumină asupra proceselor dezvoltării obiectelor cosmice de diferite tipuri.

2. SISTEMUL SOLAR

Privire generală Din sistemul solar fac parte: Soarele și 9 planete „mari”, care execută mișcări de revoluție în jurul lui sub acțiunea forței de atracție (una dintre ele este Pământul nostru), 31 de sateliți, zeci de mii de planete mici, 10^{11} — 10^{12} co-

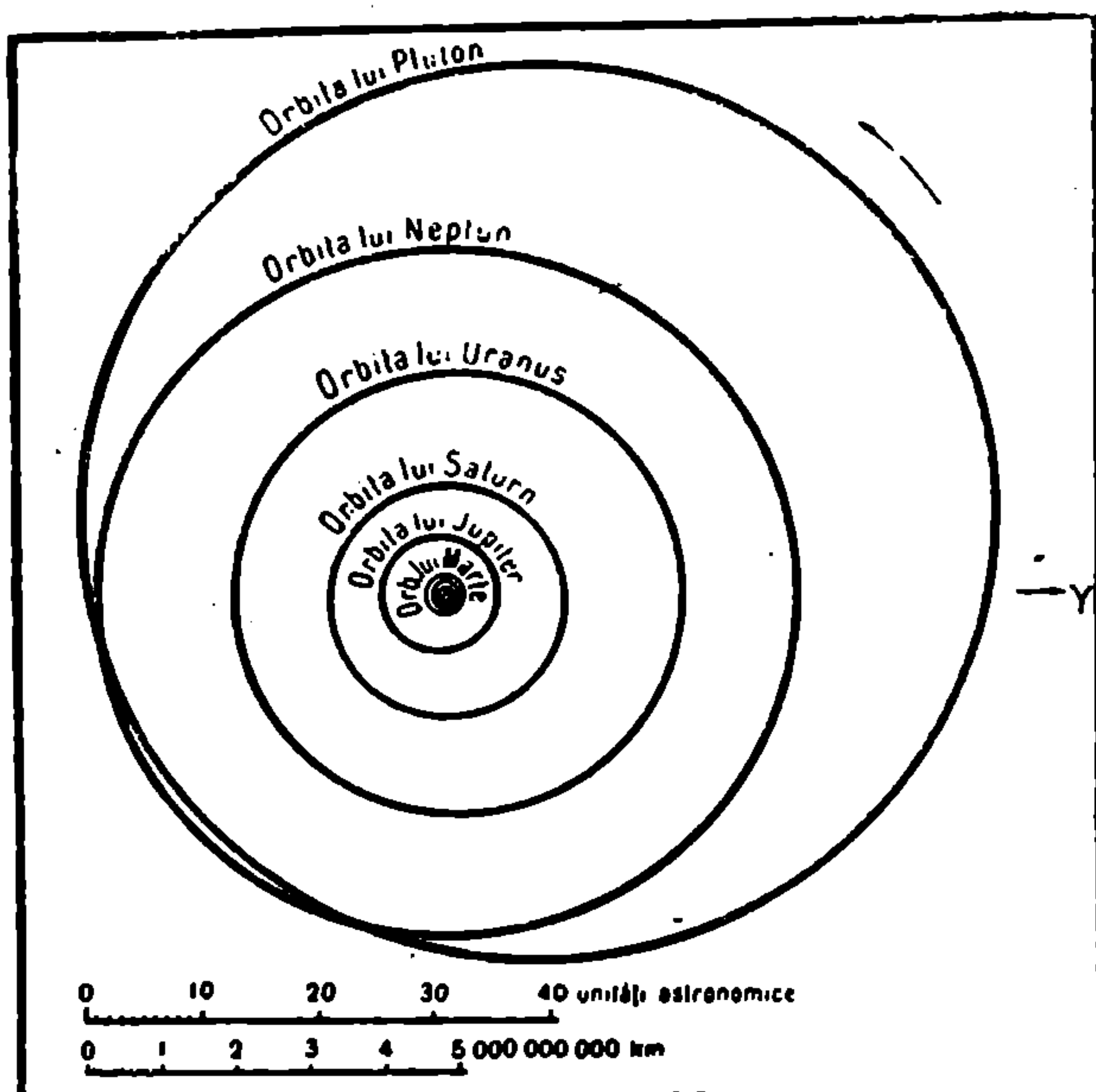


Fig. 1 — Sistemul nostru planetar.

mete, materie meteorică (fig. 1). Dimensiunile sistemului solar sînt determinate de granițele „sferei de acțiune” a Soarelui, în limitele căreia atracția solară depășește atracția stelelor vecine. Raza acestei sfere este de 100 000—150 000 de unități astronomice, adică $1,5 \cdot 10^{10}$ — $2 \cdot 10^{10}$ km. În cea mai mare parte a acestei regiuni gigantice se mișcă, probabil, numai comete și corpuri meteorice, în timp ce sistemul marilor planete, dispus în apropierea relativă a Soarelui, ocupă o regiune de o mie de ori mai mică în raport cu întregul sistem solar¹.

¹ Nu este exclus ca dincolo de orbita lui Pluton să se mai afle planete mai îndepărtate.

a) Elementele constitutive ale sistemului solar

Soarele

Soarele este o stea, adică un corp ceresc cu lumină proprie, care radiază o energie ce se produce în adâncurile lui. Soarele are o rază de 695 000 km (de 109 ori mai mare decât raza Pământului); masa Soarelui este de $2 \cdot 10^{33}$ g, ceea ce este egal cu 332 000 de mase terestre și reprezintă 99,87% din masa sistemului solar cu planete cu tot. Densitatea medie a Soarelui este de $1,41 \text{ g/cm}^3$. În straturile superficiale ale Soarelui, materia este mai rarefiată, dar în adâncurile lui ea este cu mult mai densă. Temperatura suprafeței solare este de circa $6\,000^\circ$, iar în adâncul Soarelui ea ajunge la 13 milioane de grade.

Compoziția chimică a Soarelui este asemănătoare compoziției altor stele. În spectrul Soarelui au fost găsite linii de absorbție corespunzătoare la 65 de elemente chimice din sistemul periodic al lui Mendeleev (deocamdată nu s-a reușit să se găsească celelalte elemente). Cel mai abundent element pe Soare este hidrogenul, care constituie aproximativ 55% din masa solară; 44% din masa Soarelui revine heliului și 1% tuturor celorlalte elemente.

Majoritatea astronomilor consideră veridică ideea că sursa de energie a Soarelui și a altor stele o formează reacțiile termonucleare. Cele mai eficiente pentru condițiile din adâncul Soarelui sînt: așa-numita reacție proton-proton și ciclul de carbon¹. Rezultatul ambelor reacții este același: îmbinarea a patru nuclee de hidrogen într-un nucleu de heliu



În cazul Soarelui, reacția proton-proton este reacția principală, în timp ce la stelele mai strălucitoare și cu masă mai mare, eliberarea de energie poate fi, probabil, atribuită ciclului carbon-azot. V. A. Ambartsumian a menționat recent o serie de fapte care sugerează ideea că la unele stele, între altele la Soare, eliberarea de

¹ Vezi D. A. Frank-Kamenevski: „Procese fizice din interiorul stelelor”, Editura de stat pentru fizică și matematică, 1959.

energie se poate produce în cursul proceselor de tipul dezagregării unei substanțe „protostelare”.

În ipoteza unui anumit model al structurii interne sînt luate în considerație condițiile din adîncurile Soarelui. Temperatura din centru este de 13 milioane de grade, densitatea — de 150 g/cm^3 , presiunea atinge uriașa valoare de $4 \cdot 10^{17} \text{ dine/cm}^2$. La jumătatea distanței de centru, temperatura scade pînă la 3—4 milioane de grade, densitatea pînă la $0,7 \text{ g/cm}^3$, presiunea pînă la $4 \cdot 10^{14} \text{ dine/cm}^2$. În apropiere de suprafața Soarelui, temperatura, densitatea și presiunea scad și mai repede, ajungînd la suprafață respectiv la 6000° , $2 \cdot 10^{-8} \text{ g/cm}^3$ și $0,6 \text{ dine/cm}^2$.

Materia Soarelui se află în stare de plasmă, adică de gaz în întregime sau parțial ionizat. Procesele dintr-un asemenea gaz sînt determinate de legile electrodinamicii. Mișcarea preferențială a electronilor și ioniilor într-o anumită direcție este echivalentă apariției curentului electric, de care este legată apariția cîmpului magnetic. Acesta din urmă acționează asupra particulelor încărcate, dirijîndu-le de-a lungul liniilor de forță și împiedicînd mișcarea în direcție transversală. Mișcările capătă un caracter care se poate deosebi complet de mișcarea în cîmpul de gravitație. Apar și se distrug repede cîmpuri electromagnetice locale. În același timp au loc procese de ionizare și de recombinație, cînd ionul captează electronul și se transformă în atom neutru. Acest lucru poate fi însoțit de schimbarea cîmpului și poate duce la explozii grandioase, la expulzare de materie.

Soarele este înconjurat de două învelișuri: cromosfera și coroana. Coroana (fig. 2) are o

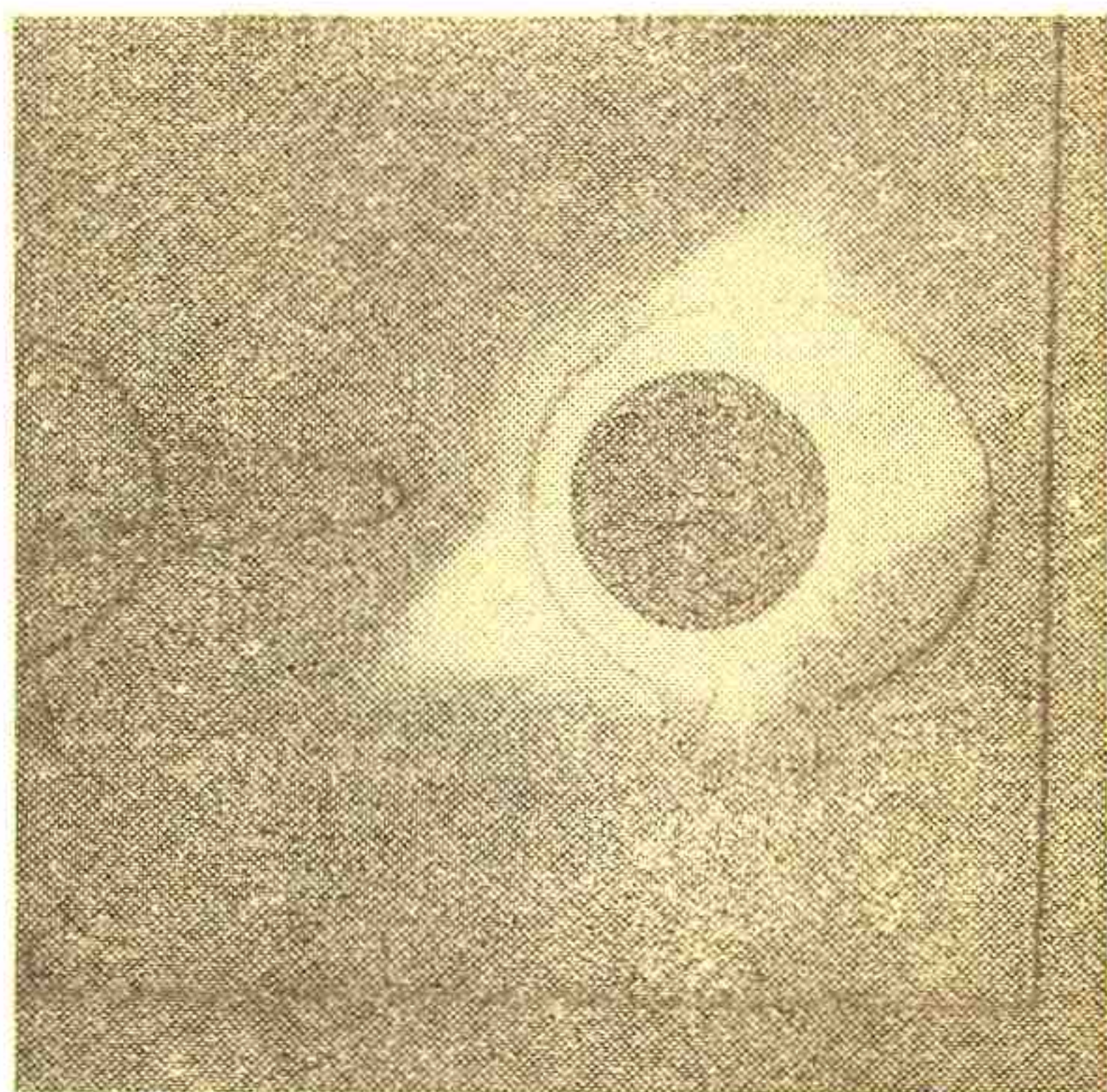


Fig. 2 — Coroana solară (după o fotografie obținută de G. M. Nikolski în timpul eclipsei totale de Soare care a avut loc la 25 februarie 1952).

densitate scăzută (de ordinul a 10^8 particule în coroana inferioară) și o temperatură de 10^6 pînă la $2 \cdot 10^6$ grade. În condițiile unei asemenea temperaturi, toți atomii sînt aproape în întregime ionizați. Mișcîndu-se în cîmpul magnetic general al Soarelui, ei formează fluxuri de particule purtătoare de sarcini (razele coroanei solare), care se propagă pe distanțe uriașe, exercitînd tot felul de acțiuni asupra obiectelor sistemului solar. Fluxurile corpusculare se rotesc împreună cu Soarele, creînd condiții specifice în spațiul interplanetar, străbătut de particule cu sarcini (electroni, protoni, nuclee de alți atomi) ce se mișcă repede (1 000—2 000 km/sec.).

Soarele este o stea destul de bătrînă. Vîrsta lui este de aproximativ 5 miliarde de ani.

Planetele Planetele sînt corpuri cu formă sferică, întunecate, care nu au lumină proprie. Prin particularitățile lor, ele se împart în două grupuri: planetele de tipul Pămîntului și planetele gigante (fig. 3).

Din primul grup fac parte cele patru planete mai apropiate de Soare: Mercur, Venus, Pămîntul și Marte.

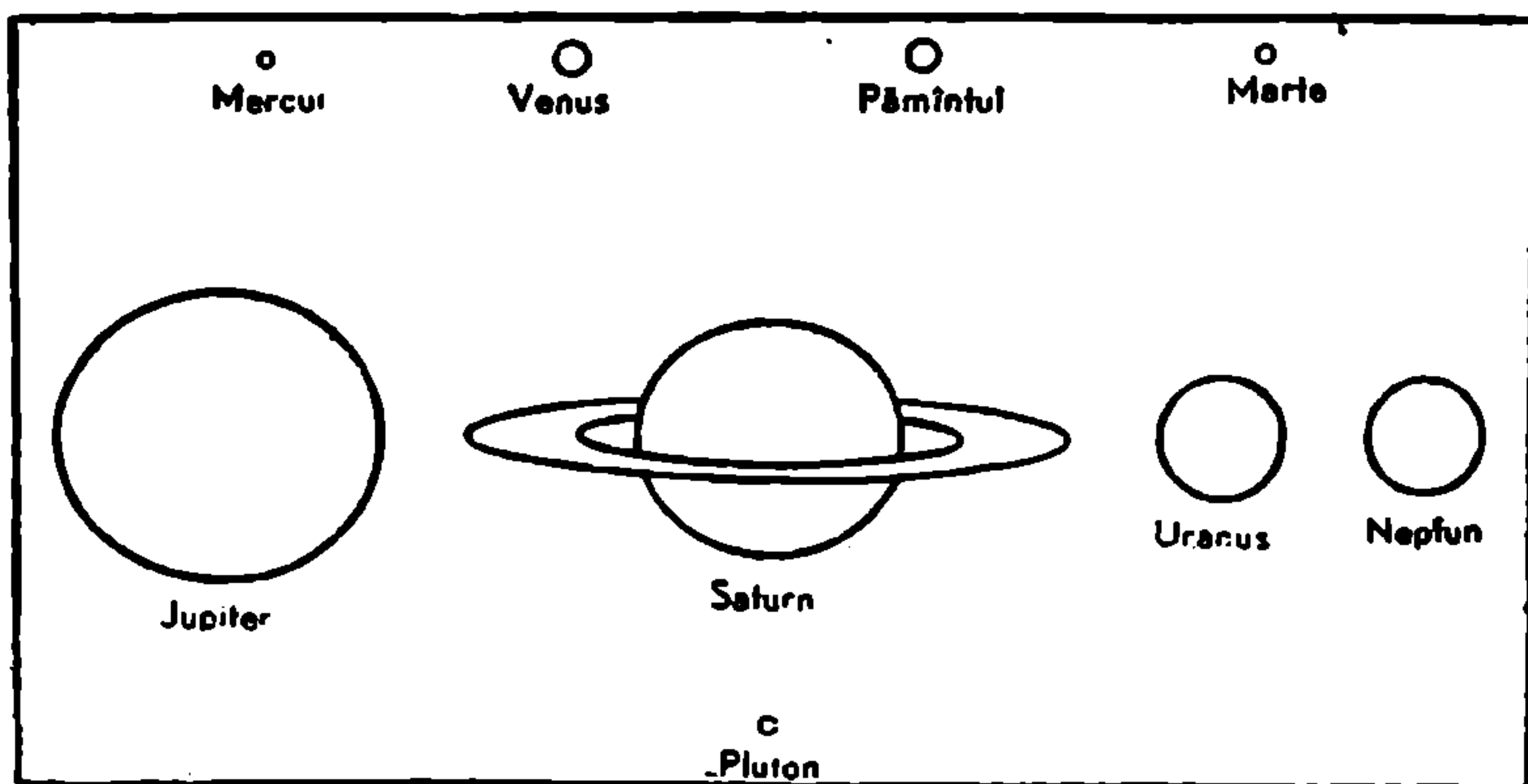


Fig. 3 — Cele două grupuri de planete mari

Ele sînt relativ mici (cea mai mică rază o are Mercur — $2.5 \cdot 10^3$ km, cea mai mare o are Pămîntul — $6,39 \cdot 10^3$ km), au mase mici (de la $0,3 \cdot 10^{27}$ pînă la $6 \cdot 10^{27}$ g), dar au

densități medii ridicate ($3,9\text{--}5,5\text{ g/cm}^3$). Păturile superficiale ale acestor planete sînt formate mai ales din minerale solide. Atmosferele care le înconjură sînt relativ rarefiate.

Planetele îndepărtate de Soare — Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun — formează grupul planetelor gigante. Ele au dimensiuni și mase uriașe (raza lui Jupiter este de 11,2 ori mai mare decît raza Pămîntului, iar raza lui Saturn — de 9,5 ori), masele lor depășesc masa Pămîntului respectiv de 318 și 95 de ori, ceea ce înseamnă $1,9 \cdot 10^{30}$ și $5,7 \cdot 10^{29}$ g. Dar densitățile lor medii sînt cu totul neînsemnate ($0,7$ pînă la $2,5\text{ g/cm}^3$). O particularitate a planetelor gigante o constituie atmosferele lor vaste cu puternice învelișuri de nori. În spectrele planetelor gigante s-au descoperit zone de absorbție: a metanului CH_4 și a amoniacului NH_3 .

Planetele din grupul Pămîntului și planetele gigante se deosebesc pronunțat prin compoziția lor chimică și prin structura lor internă.

După cum a arătat H. Russell, există o concordanță deplină între Soare și Pămînt în ceea ce privește abundența de metale: metalele cele mai răspîndite pe Soare sînt și cele mai răspîndite pe Pămînt. În același timp, hidrogenul, heliul, carbonul și azotul, în care este foarte „bogat” Soarele, se întîlnesc pe Pămînt în cantități infime. Dimpotrivă, planetele gigante sînt formate mai ales din hidrogen, precum și dintr-o oarecare cantitate de heliu în amestec cu alte elemente, mai grele.

Planetele sistemului solar s-au format aproximativ în același timp (acum $4,5\text{--}5$ miliarde de ani).

Satelii planetelor	Multe planete au sateliți: Pămîntul are un singur satelit — Luna, Marte are 2, Jupiter — 12, Saturn — 9, Uranus — 5 și Neptun — 2. Prin dimensiunile lor, sateliții pot fi împărțiți în trei grupe (fig. 4). Din prima grupă fac parte sateliții mari de tipul Lunii (cu raza între $1,5 \cdot 10^3$ și $2,5 \cdot 10^3$ km) și patru dintre cei mai mari sateliți ai lui Jupiter: Io, Europa, Ganimede și Callisto, satelitul lui Saturn — Titan, satelitul lui Neptun — Triton.
-------------------------------	---

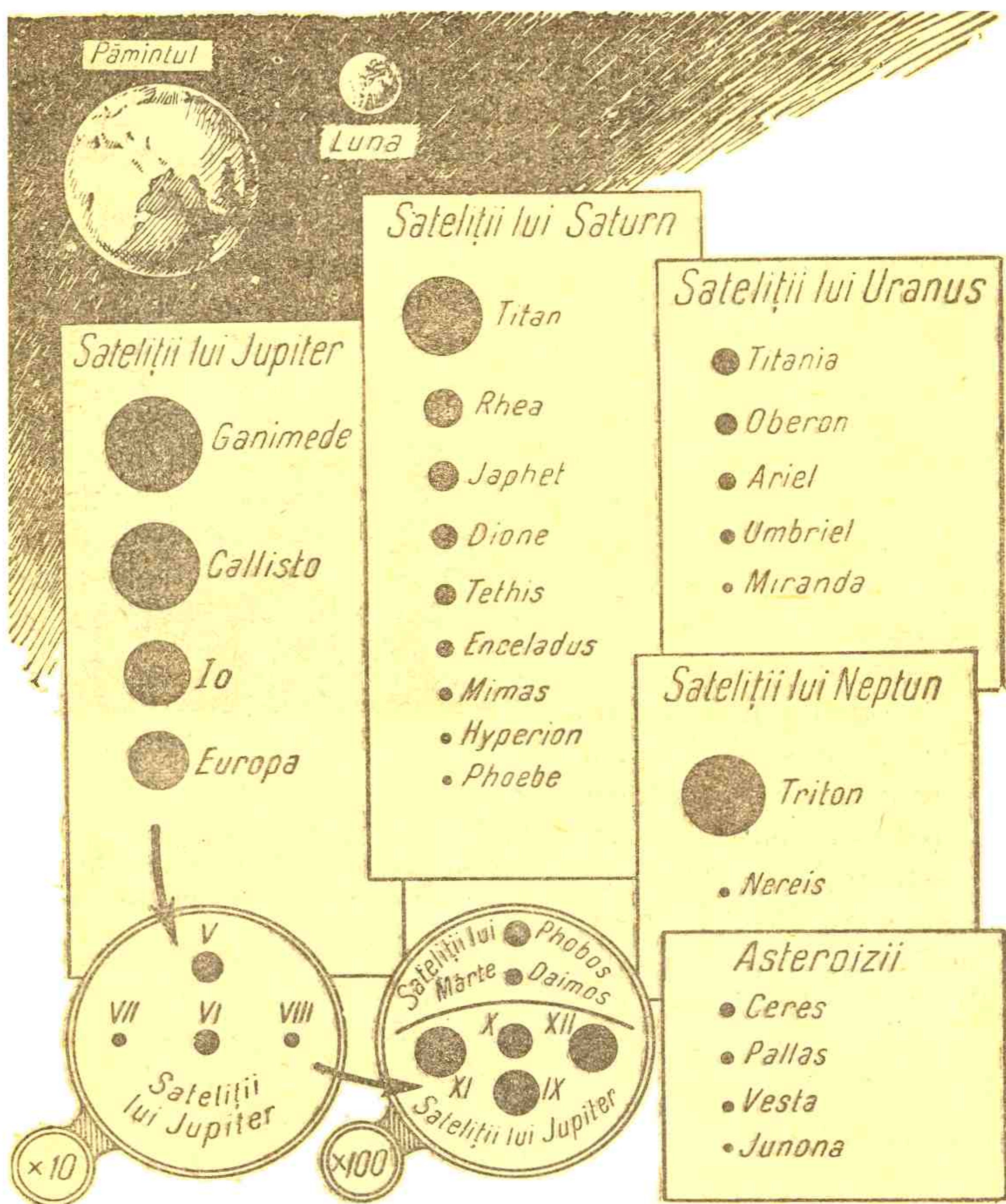


Fig. 4 — Dimensiunile comparative ale sateliților planetelor și ale unor asteroizi.

Din a doua grupă fac parte sateliții cu raze de câteva sute de kilometri. În sfârșit, din a treia grupă fac parte sateliții mici ai lui Marte și Jupiter.

Sateliții mari, printre care și Luna noastră, au, fără îndoială, o natură planetară. Luna este absolut lipsită

de atmosferă. Suprafața ei este acoperită cu numeroși munți inelari și cu lanțuri de munți (fig. 5). Aceste forme structurale ne indică o puternică activitate vulcanică care a avut loc cândva pe Lună și mai are loc și astăzi într-o măsură neînsemnată. Asemenea Lunii, aproape toți ceilalți sateliți sînt lipsiți de atmosferă¹. De aceea prezintă un interes cu atît mai mare satelitul Titan, pe care s-a descoperit o atmosferă de aceeași natură cu atmosfera planetelor gigante. Această atmosferă este formată din metan și amoniac. Trebuie să menționăm și particularitățile suprafețelor sateliților mari ai lui Jupiter, care au o capacitate de reflectare foarte mare, corespunzătoare reflectării pe care o dă gheața sau zăpada.

Planetele mici Planetele mici (asteroizii) sînt corpuri solide cu formă neregulată, fragmentară. Dimensiunile lor sînt foarte diferite, dar în genere nu sînt prea mari: de la 780 km (cea mai mare) pînă la fracțiuni de kilometru (cele mai mici dintre cele cunoscute); numărul planetelor mici crește pronunțat cînd trecem de la cele mari la cele mici. Densitatea medie a planetelor mici este considerată ca fiind egală cu $3,7 \text{ g/cm}^3$. Masa lor totală reprezintă, probabil, numai 0,001 din masa Pămîntului.

¹ Totuși, marea capacitate de reflectare a suprafețelor unor sateliți ne atestă existența probabilă a zăpezii și gheții pe ei, adică existența unei atmosfere înghețate.



Fig. 5 — Suprafața Lunii. La mijloc craterul Alons; o erupție vulcanică în conul central al acestui crater a fost observată de N. A. Kozîrev la 3 noiembrie 1958.

Cometele

Fiecare cometă (fig. 6) are un nucleu, un cap — un înveliș nebulos, care înconjură nucleul, și o coadă; cometele slabe nu au de obicei coadă. În capul cometelor au fost găsite radiații de carbon, de cian și de alte câteva molecule care sînt nestabile din punct de vedere chimic și sînt produse ale dezagregării unor molecule „paterne” mai complexe care se află în nucleu. Uneori, în capul cometelor există firicele solide de pulberi. Cozile cometelor sînt formate din molecule ionizate de oxid de carbon și azot, din carbon și cian sau din pulberi. Moleculele gazoase și firicelele solide de pulberi, care se deplasează din capul cometei spre coadă, părăsesc pentru totdeauna cometa: compoziția capului cometei se reînnoiește în întregime în câteva ore, iar compoziția cozii — în câteva zile.

De unde apar gazele din comete? Ce se întîmplă în nucleul cometei?



Fig. 6 — Cometa Arend-Roland
(după fotografia obținută de
S. K. Vsehsveatski la 2 mai 1957).

Dimensiunile nucleelor cometelor sînt de sute de metri și numai în unele cazuri ajung la kilometri și la zeci de kilometri. Masele nucleelor cometelor au în medie 10^{12} — 10^{16} g. În 1948 s-a emis ipoteza că nucleul cometei reprezintă o îngrămadire de bulgări pietroși și de gaze înghețate — gheață de metan, de amoniac —, de gheață obișnuită, adesea „cu impurități” din pulbere foarte fină. În 1950, F. Whipple a elaborat modelul „de gheață” al cometei, fundat pe această concluzie și care este în prezent adoptat de toată

lumea. Cînd cometa se apropie de Soare, are loc evaporarea ghețurilor atît sub acțiunea căldurii și luminii solare, cît și în urma bombardării nucleului cu corpusculi solari. Evaporarea gheții pline de impurități duce la formarea diferitelor forme de comete.

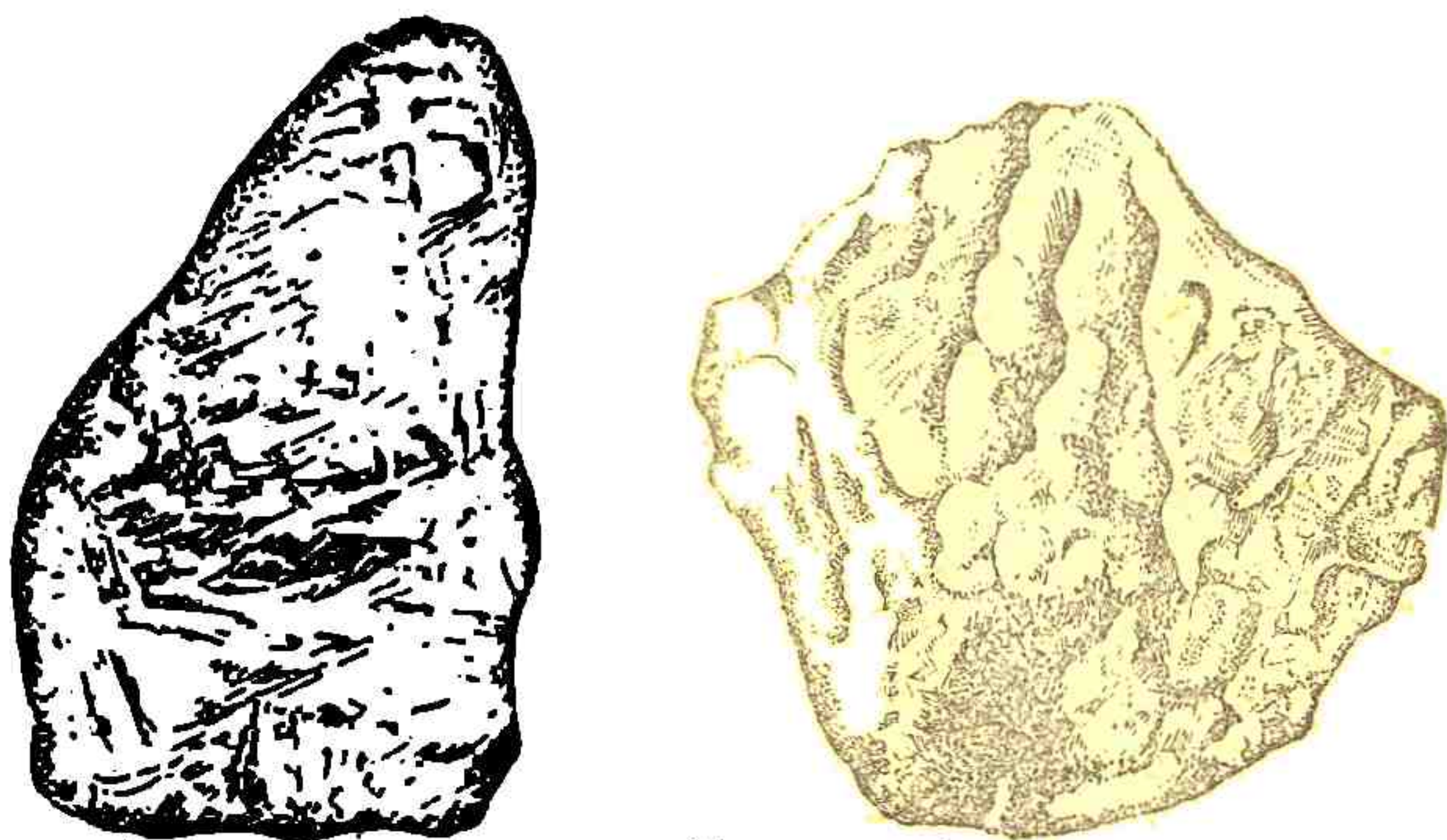


Fig. 7 — Meteorit pietros și feros.

Materia meteorică În sistemul solar, o mare cantitate de materie se află în stare dispersă, fărîmițată și pulverulentă (materie meteorică). Dimensiunile corpurilor meteorice variază între cîțiva microni și cîțiva milimetri sau centimetri. În ultima vreme s-a stabilit existența unor particule meteorice cu o densitate foarte mică, în total de ordinul a $0,1 \text{ g/cm}^3$. Aceste particule meteorice amintesc cristalele de gheață sau firicelele poroase de pulberi care sînt purtate în spațiul interplanetar. Dar unele corpuri meteorice au dimensiuni cu mult mai mari — zeci de centimetri sau chiar cîțiva metri. În unele cazuri, ele cad pe suprafața Pămîntului sub forma așa-numiților meteoriți (fig. 7). Meteoriții sînt fragmente de formă neregulată. În marea lor majoritate sînt pietroși și numai unii sînt feroși sau feroși și pietroși. Există o trecere neîntreruptă de la meteoriți la asteroizi: asteroizii sînt de aceeași natură cu meteoriții și pot fi considerați meteoriți giganți.

b) Structura și dinamica sistemului solar

**Legile orbitelor
și distanțele
de la planete
la Soare**

Cele nouă planete cunoscute în prezent sînt dispuse la următoarele distanțe față de Soare: Mercur la 58 de milioane km (0,39 u.a.¹), Venus la 108 milioane km (0,72 u.a.), Pămîntul la 149,5 milioane km, Marte la 228 milioane km (1,52 u.a.), Jupiter la 778 de milioane km (5,2 u.a.), Saturn la 1 428 de milioane km (9,54 u.a.), Uranus la 2 869 de milioane km (19,19 u.a.), Neptun la 4 496 de milioane km (30,07 u.a.), Pluton la 5 899 de milioane km (39,46 u.a.).

În mișcarea planetelor în jurul Soarelui există o serie de legi.

Orbitele planetelor sînt aproape circulare. Numai Mercur și Pluton (într-o măsură mai mică Marte) au orbitele simțitor alungite. Toate planetele își execută mișcarea de revoluție în jurul Soarelui aproximativ în același plan și într-un singur sens, contrar mișcării acelor unui ceasornic dacă privim de la polul nord. În aceeași direcție și aproximativ în același plan se rotește și Soarele în jurul axei sale. Trebuie să menționăm în mod deosebit că planele orbitelor planetare coincid numai în mod aproximativ; cele mai mari înclinații le au Mercur și Pluton. Toate planetele, cu excepția lui Uranus, se rotesc în jurul axei lor în același sens în care își execută mișcarea de revoluție în jurul Soarelui, axele de rotație avînd o înclinație diferită față de planele orbitelor lor. Uranus se rotește parcă „stînd pe o rîină”: axa lui de rotație este dispusă aproape în planul orbitei.

Există o anumită lege privind distanțele de la planete la Soare care poartă denumirea de legea lui Titius-Bode. Această lege poate fi exprimată prin formula:

$$r = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n.$$

La valorile n egale cu: $-\infty$ (Mercur), 0 (Venus), 1 (Pămîntul), 2 (Marte), 4 (Jupiter) etc., această regulă dă distanțele de la Soare pentru aproape toate plane-

¹ Unitatea astronomică (u. a.) este egală cu distanța medie de la Pămînt la Soare.

tele (în unități astronomice). Dar Neptun ascultă prea puțin de legea lui Titius-Bode, iar Pluton nu i se subordonează de loc.

În sfârșit, o foarte importantă particularitate a sistemului solar este faptul că Soarele, în care este concentrată peste 99% din masa sistemului solar, are numai 2% din momentul cinetic¹, restul de 98% revenind planetelor.

Particularitățile orbitelor sateliților

Orbitele sateliților lui Marte, precum și ale celor mai apropiați sateliți ai lui Jupiter și Saturn se află în unul și același plan, care coincide cu planul ecuatorului planetei; ele au o mișcare directă. La sateliții mai îndepărtați, cum este, de pildă, Luna sau satelitul Japhet al lui Saturn, planul orbitei deviază puțin față de planul ecuatorului planetei. Sateliții foarte mici, îndepărtați ai lui Jupiter și Saturn au mari inclinații ale orbitelor, orbitele lor sînt foarte alungite, iar o parte dintre acești sateliți au o mișcare retrogradă. Sateliții lui Uranus, urmînd planeta în preajma planului ecuatorului ei, își execută astfel mișcarea de revoluție într-un plan aproape perpendicular pe planul de mișcare al planetei. Cei doi sateliți ai lui Neptun se mișcă unul în întîmpinarea celuilalt.

Orbitele planetelor mici

Planetele mici se mișcă în genere între orbita lui Marte și orbita lui Jupiter. Orbitele lor au de obicei inclinații mai mari și sînt mai alungite decît orbitele planetelor mari. Unele planete mici se îndepărtează mult dincolo de orbita lui Jupiter, iar altele, dimpotrivă, se apropie mai mult de Soare decît Venus sau Mercur. O întreagă familie de planete mici („troienii”) se mișcă aproape pe orbita lui Jupiter. Această diversitate de orbite ne arată diferența de vîrstă a asteroizilor.

¹ Pentru o planetă care se mișcă pe o orbită circulară, momentul cinetic este egal cu produsul masei ei prin viteza și prin distanța de la Soare (mvr). Soarele, în cazul calculării momentului cinetic („cantității rotației”), se împarte în elemente mici, iar momentul se calculează pentru fiecare dintre ele și rezultatele se însumează. Pentru un sistem care se dezvoltă numai sub acțiunea forțelor interne, momentul cinetic total rămîne constant (dacă luăm în considerație numai forțele mecanice).

Orbitele cometelor se împart în două grupe. Dintr-un grup fac parte cometele care se apropie de Soare pe orbite foarte alungite, aproape

clinații. Al doilea grup îl formează cometele periodice, care alcătuiesc „familii” legate de planetele gigante. Cea mai remarcabilă este familia cometelor cu perioadă scurtă ale lui Jupiter (fig. 8). Aceste comete au perioade de revoluție între patru și zece ani. Ele se mișcă în aceeași direcție și aproape în același plan cu toate planetele mari. Orbitele cometelor cu perioadă scurtă nu sînt prea alungite: numai unele dintre ele intră în interiorul orbitei terestre. Unele comete au orbite aproape circulare. Printre alte comete periodice se

observă familiile de comete ale lui Saturn, Uranus și Neptun (fig. 9). Familia lui Saturn este formată din 6 comete, familia lui Uranus tot din 6 comete, iar familia lui Neptun — din 10 comete. Există o trecere logică de la particularitățile orbitelor cometelor cu perioadă

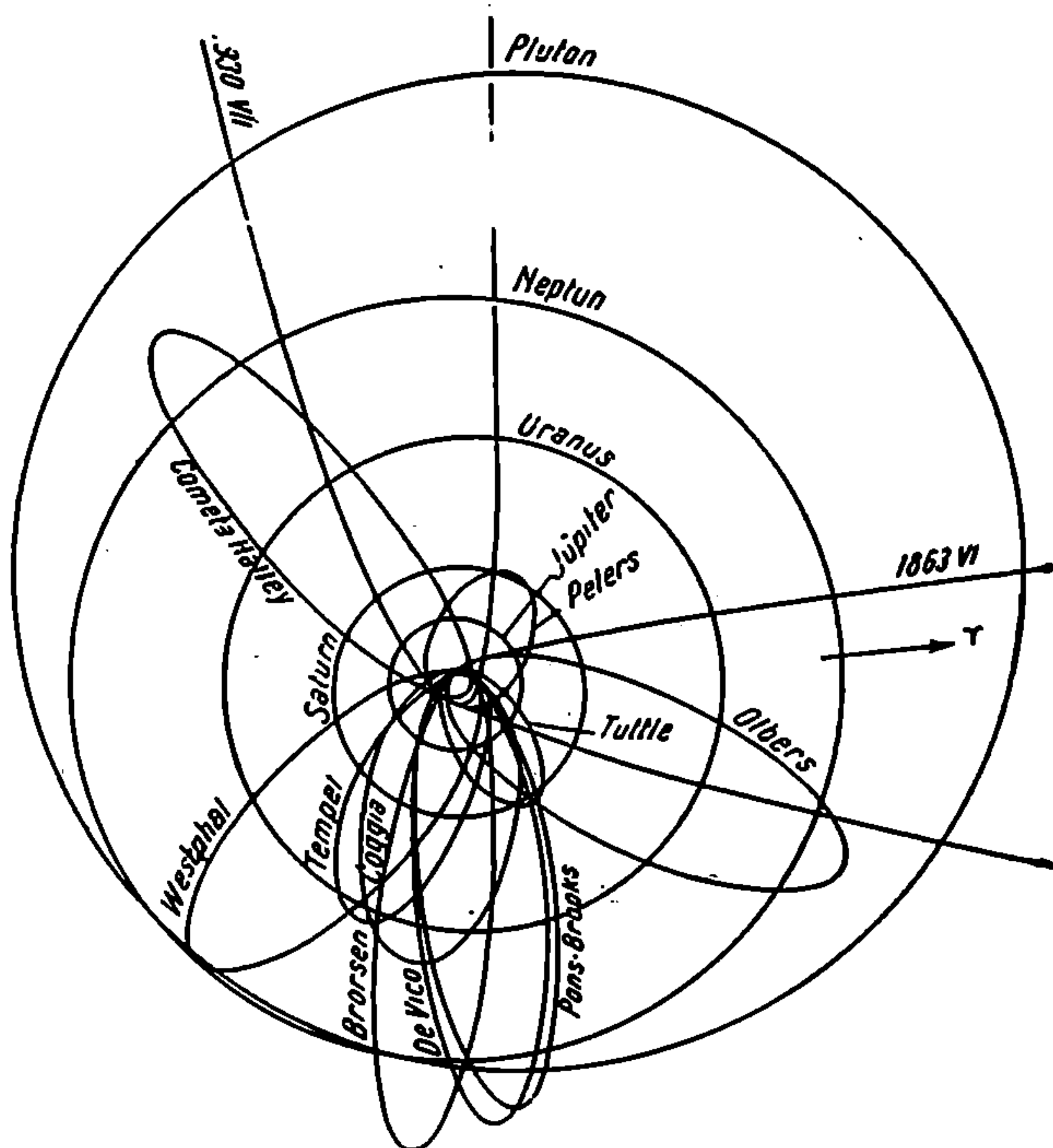


Fig. 9 — Familiile cometelor lui Saturn, Uranus și Neptun.

scurtă la particularitățile orbitelor cometelor parabolice. Aceasta arată că cometele reprezintă un complex unitar de corpuri.

**Roiuri meteorice
și meteori
sporadici**

Majoritatea corpurilor meteorice se mișcă pe orbite care amintesc orbitele cometelor cu perioadă scurtă și formează roiuri meteorice. În unele roiuri meteorice, corpurile meteorice sînt concentrate într-o singură îngrămădire, în altele ele sînt distribuite

aproximativ uniform de-a lungul întregii orbite. O parte din corpurile meteorice nu aparțin unor roiuri, ci se mișcă independent în jurul Soarelui. Asemenea meteori, intrînd în atmosfera terestră, formează fenomene de meteori sporadici (întîmplători).

Despre procesele
de dezvoltare
din sistemul solar

Relativ recent se mai considera că procesele de dezvoltare a planetelor sînt extrem de lente ca ritm. Această opinie era de fapt ecoul unor vechi reprezentări metafizice după care „corpurile cerești erau considerate ca persistînd de la începutul începuturilor pe aceleași orbite și aflîndu-se în aceleași stări”¹. Se acumulează totuși tot mai multe fapte care ne obligă să recunoaștem că o asemenea părere este eronată.

Faptele, care ne permit să înțelegem istoria reală a sistemului solar, privesc deosebirile ce se pot observa între stările elementelor lor constitutive, legăturile dintre diferitele lor elemente constitutive (aceste legături pot fi legături de dezvoltare), dar, în primul rînd, tot felul de procese nestaționare ce se observă.

Marea cantitate de pulberi în atmosfera lui Venus, prezența bioxidului de carbon în ea (CO_2) în cantități ce depășesc de sute de ori pe cele din atmosfera terestră, pătura densă de nori — toate acestea cer o explicație. Pe suprafețele vizibile ale lui Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun s-a stabilit existența unor temperaturi foarte joase (la Jupiter de circa -138°C); dar temperaturile calculate în ipoteza că aceste planete radiază în spațiu tot atîta căldură cîtă primesc de la Soare s-au dovedit a fi cu mult mai scăzute (pentru Jupiter -151°C); se impune concluzia că planetele gigante au surse proprii de căldură. Apoi, cînd lipsește căldura proprie, la distanța de ordinul a 11 unități astronomice, componența gazoasă a planetelor poate exista numai sub formă de gheață². De o și mai mare însemnătate este faptul că există atmosferă pe Titan, Triton și pe planetele Uranus și Neptun, ceea ce este posibil numai în cazul existenței unei temperaturi înalte pe suprafața acestor corpuri.

¹ Vezi F. Engels : „Anti-Dühring”, E.S.P.L.P. 1955, ediția a III-a, pag. 67.

² Vezi „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXV, nr. 4, 1948, pag. 256.

Elementele constitutive ale complexului de corpuri mici vădesc o comunitate în privința caracterului orbitelor, maselor, dimensiunilor și altor particularități (fig. 10). Orbitale cometelor cu perioadă scurtă, ale planetelor mici (asteroizilor) și roiurilor meteorice sînt în multe cazuri foarte asemănătoare. Multe planete

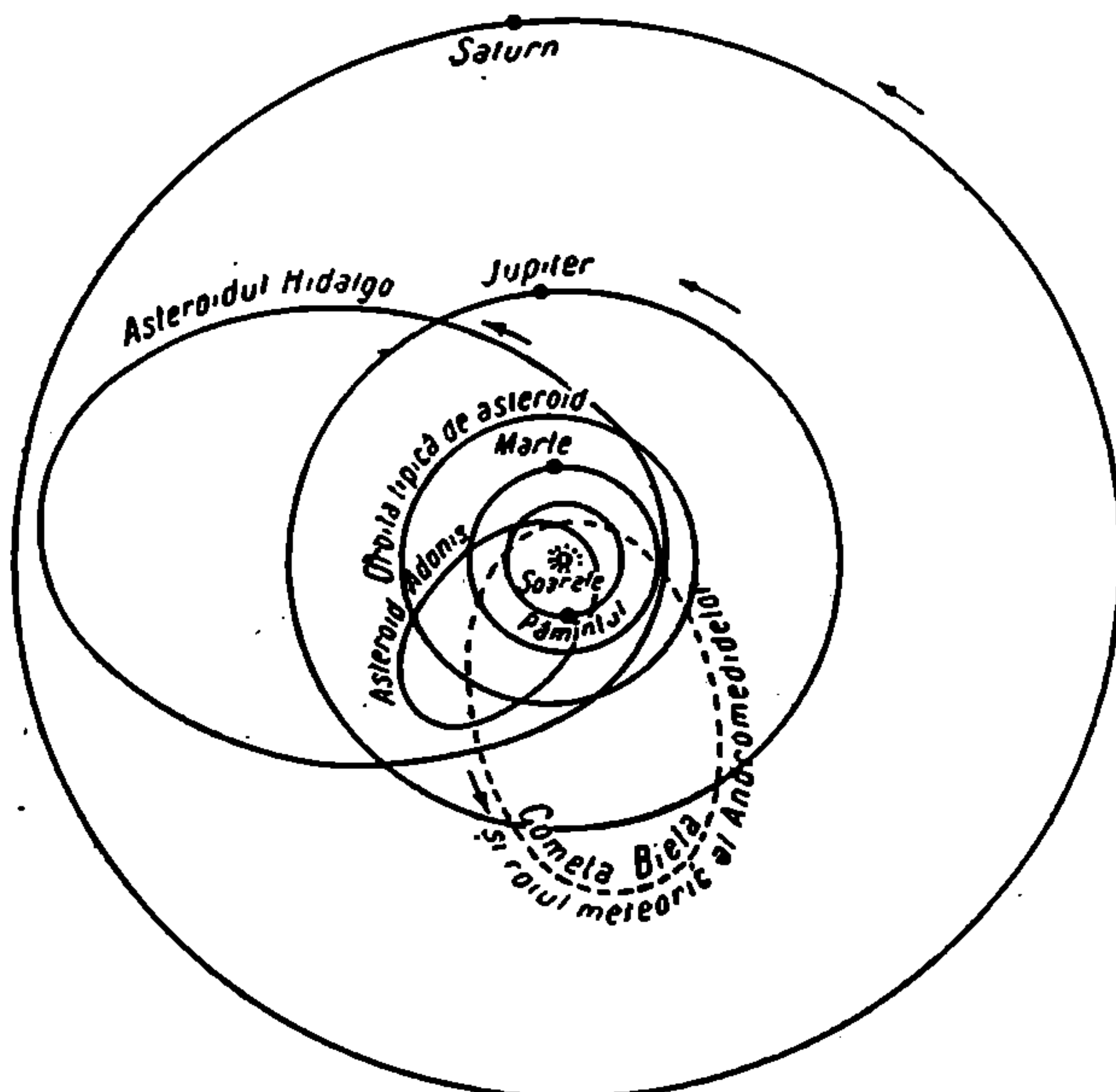


Fig. 10 — Orbitale unor asteroizi, unor comete și roiuri meteorice.

mici, asemenea cometelor cu perioadă scurtă, au orbite alungite („excentrice”). Unele comete au, la rîndul lor, orbite apropiate de cele circulare. Roiurile meteorice se mișcă pe orbite care coincid adesea cu orbita unei comete sau alteia. În privința maselor și a dimensiunilor, planetele mici, nucleeele cometelor, meteoriții și materia meteorică formează un șir neîntrerupt. În privința proprietăților fizice, cometele se deosebesc de meteoriți sau de planetele mici numai prin prezența gazelor înghețate.

Complexul de corpuri mici este strîns legat de corpurile planetare. Această legătură se manifestă în cele mai diferite forme.

În primul rînd, orbitele corpurilor mici sînt legate adesea într-un mod sau altul de orbitele planetelor mari, formînd „familiile” despre care s-a vorbit; în afară de aceasta există însă roiuri de corpuri meteorice cu perioadă scurtă, precum și cîteva planete mici și comete care se mișcă în regiunea orbitei lui Mercur, a lui Venus și a Pămîntului. O serie de roiuri meteorice, de planete mici și comete pot fi direct considerate ca făcînd parte din grupul lui Venus.

În al doilea rînd, gazele capetelor și cozilor de comete reprezintă produse ale sublimării și dezagregării ghețurilor de metan și amoniac care se află în nucleeele cometelor. Aceleași molecule formează atmosfera planetelor gigante și a sateliților lor. Studiul structurii și compoziției chimice a meteoriților pietroși demonstrează, după cum a stabilit acad. A. N. Zavaritki, corespondența lor apropiată cu tufurile regiunilor vulcanice din scoarța terestră, care se află la adîncimi variînd între sute de metri și cîteva kilometri¹. Cu alte cuvinte, meteoriții sînt fragmente din scoarța corpurilor planetare.

În complexul corpurilor mici se observă nemijlocit schimbări rapide, care ne atestă tinerețea și durată scurtă a vieții elementelor lui constitutive.

Faptul că există învelișuri și cozi gazoase ale cometelor ne atestă rapidă lor „epuizare”.

Într-adevăr, dacă calculăm cantitățile de materie gazoasă pe care le pierde cometele într-o singură perioadă de revoluție, găsim valori cuprinse între 10^8 g și 10^{10} g. Aceste pierderi irecuperabile nu pot continua o vreme cît de cît îndelungată. S. K. Vsehsveatski² a alcătuit un catalog al mărimilor absolute ale cometelor, care caracterizează cantitatea totală de materie gazoasă din capul cometei. S-a văzut că mărimile absolute ale multor comete periodice, și îndeosebi ale cometelor cu perioadă scurtă, descresc repede cu trecerea timpului. Cometele devin tot mai puțin strălucitoare de la o apariție la alta, și după 10—20 apariții luminozitatea lor

¹ Vezi „Buletinul Academiei de Științe a U.R.S.S.” nr. 8, 1948, pag. 8—15.

² S. K. Vsehsveatski: „Caracteristicile fizice ale cometelor”, Editura de stat pentru fizică și matematică, 1958, pag. 51—82.

slăbește de zeci și sute de ori. În afară de „epuizarea” treptată a cometelor s-au observat cazuri de dezagregare directă a nucleelor de comete. Probabil că numai în cazuri excepționale cometa se poate conserva ca atare timp de peste 50 de revoluții în jurul Soarelui; multe comete cu perioadă scurtă s-au observat numai câte o singură dată. Vîrsta cometelor cu perioadă scurtă nu depășește cîteva zeci, cel mult cîteva sute sau mii de ani.

Produse de dezagregare ale cometelor pot fi nu numai gazul, ci și roiurile meteorice și pulberea interplanetară. Roiurile meteorice suferă ca și cometele schimbări rapide. Numai roiurile cele mai mari se conservă mai mult de 100—1 000 de ani. Roiurile bătrîne se secătuiesc, dar în locul lor apar altele noi. Care este cauza acestor schimbări? Roiurile meteorice se întind și se distrug sub acțiunea perturbațiilor gravitaționale din partea planetelor mari și a fluxurilor corpusculare solare. Ele se distrug și sub acțiunea coliziunilor reciproce între particulele care le alcătuiesc. Cele mai mici firicele de pulbere suportă acțiunea forței de respingere, și anume acțiunea presiunii razelor solare. Această forță expulzează pur și simplu firisoarele mărunte de pulbere din sistemul solar, iar asupra particulelor mai mari ea exercită o acțiune de frînare, obligîndu-le „să cadă” pe Soare.

Așadar, complexul de corpuri mici se modifică repede, aceste modificări avînd loc în prezent în direcția dezintegrării, dezagregării, dispersiei. Materia meteorică din sistemul solar trebuie să se completeze neînterupt, căci în caz contrar spațiul ar fi fost de mult „curățit” de ea.

Observațiile asupra suprafețelor planetelor ca Jupiter, Saturn și Uranus ne atestă existența pe ele a unor procese active, de proporții grandioase. Detaliile învelișului de nori al lui Jupiter — petele întunecate și luminoase — se schimbă repede, uneori în cîteva ore sau în cîteva zile. Pe Jupiter se formează adesea noi pete albe, benzile întunecate se împart brusc în lănișoare de formațiuni întunecate etc. Una dintre petele lui Jupiter este o sursă de puternice radiații. Printr-o activitate deosebită se caracterizează sistemul lui Sa-

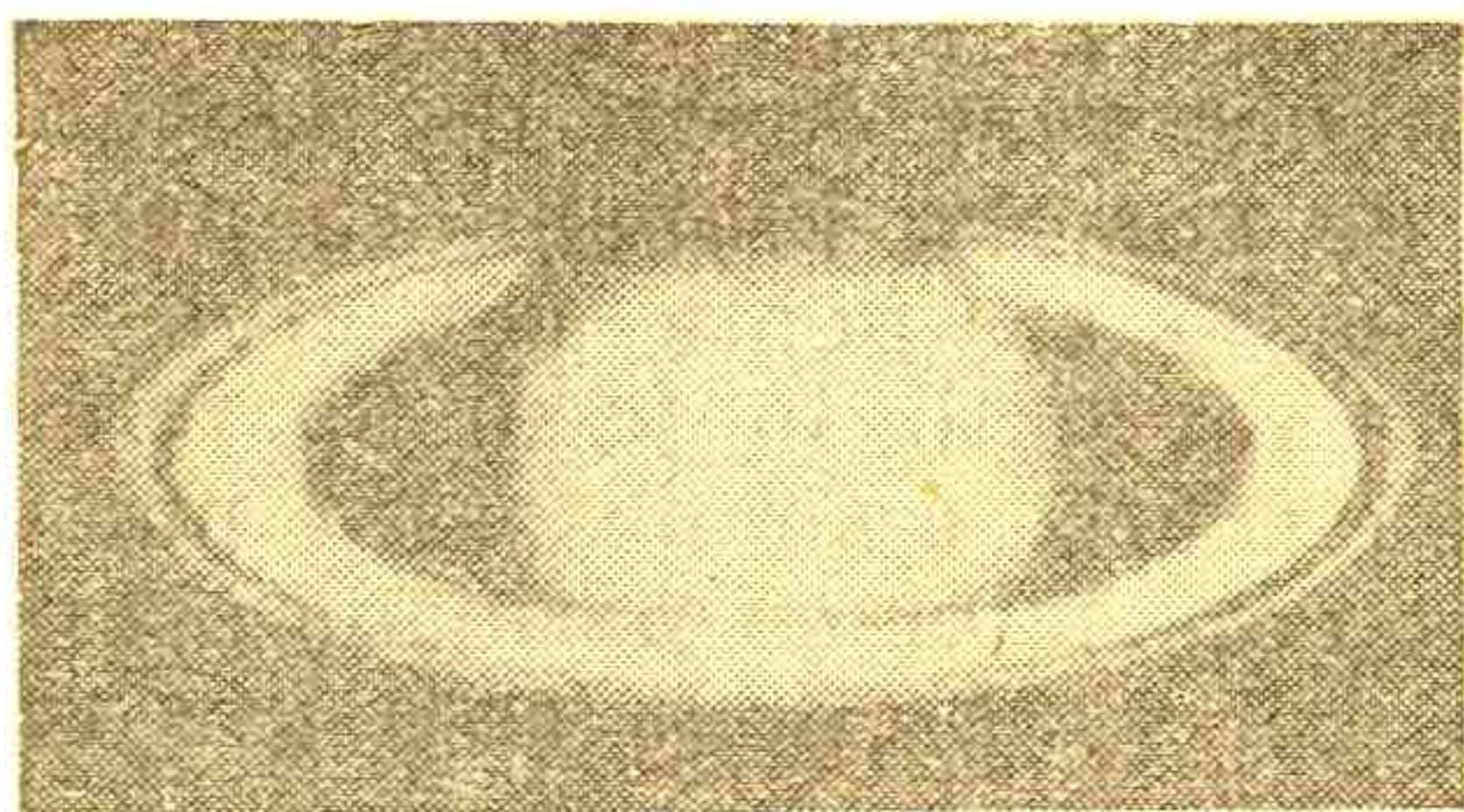


Fig. 11 — Saturn și inelul lui.

turn. Pe suprafața acestei planete s-au observat în repetate rânduri apariții bruște de pete albe, care se mențineau, slăbind în permanență, uneori în decurs de câteva luni. Aceasta ne indică de-a dreptul existența unor procese in-

terne de o forță uriașă. S-au remarcat schimbări vizibile de structură și de strălucire a diferitelor părți ale inelului care înconjură planeta Saturn (fig. 11). Inelul lui Saturn, în constituția căruia intră fragmente meteoritice, gheață și gaze, evoluează relativ repede, apropiindu-se de suprafața planetei. Observațiile asupra inelului ne arată în prezent că materia care îl alcătuiește se completează neîntrerupt. Existența unui inel similar se bănuiește și la Jupiter ¹.

Date interesante despre procesele care au loc pe suprafața Lunii au fost obținute la sfârșitul anului 1958 de către N. A. Kozîrev, care a observat erupția vulcanică din craterul Alfons. Prin aceasta s-a obținut un nou argument cu greutate în favoarea naturii vulcanice a reliefului Lunii.

Noi credem că nici una dintre ipotezele emise privind cosmogonia sistemului solar nu poate face abstracție de aceste fapte sau nu poate să le atribuie un loc cu totul secundar.

3. GALAXIA

Privire generală Sistemul solar se află în cadrul unui roi gigantic alcătuit din stele de diferite tipuri, din roiuri de stele și din asociații stelare, din nebuloase gazoase și pulverulente, din diferiți atomi și particule. Aceste elemente constitutive ale sale sînt

¹ S. K. Vsehsveatski : „Inelul cometelor și meteoriților din jurul lui Jupiter”, în „Priroda” nr. 9, 1960, pag. 87—88 ; despre existența posibilă a unui inel de comete și meteoriți în jurul lui Jupiter vezi „Buletinul Academiei de Științe a R.S.S. Armene”, vol. XIII, nr. 5, 1960, pag. 73—88.

legate dinamic într-un sistem numit Galaxie (fig. 12). Numărul de stele din Galaxie, potrivit aprecierilor actuale, este egal cu $1 \cdot 10^{11}$ — $1,5 \cdot 10^{11}$, masa ei totală reprezintă $2,6 \cdot 10^{44}$ g ($1,3 \cdot 10^{11}$ mase solare); masa materiei gazoase nu depășește 2% din masa Galaxiei (10^9 mase solare), iar masa materiei pulverulente este de încă vreo zece ori mai mică.

Galaxia are o structură spirală. Stelele cele mai strălucitoare ale ei se concentrează mai ales în „discul”

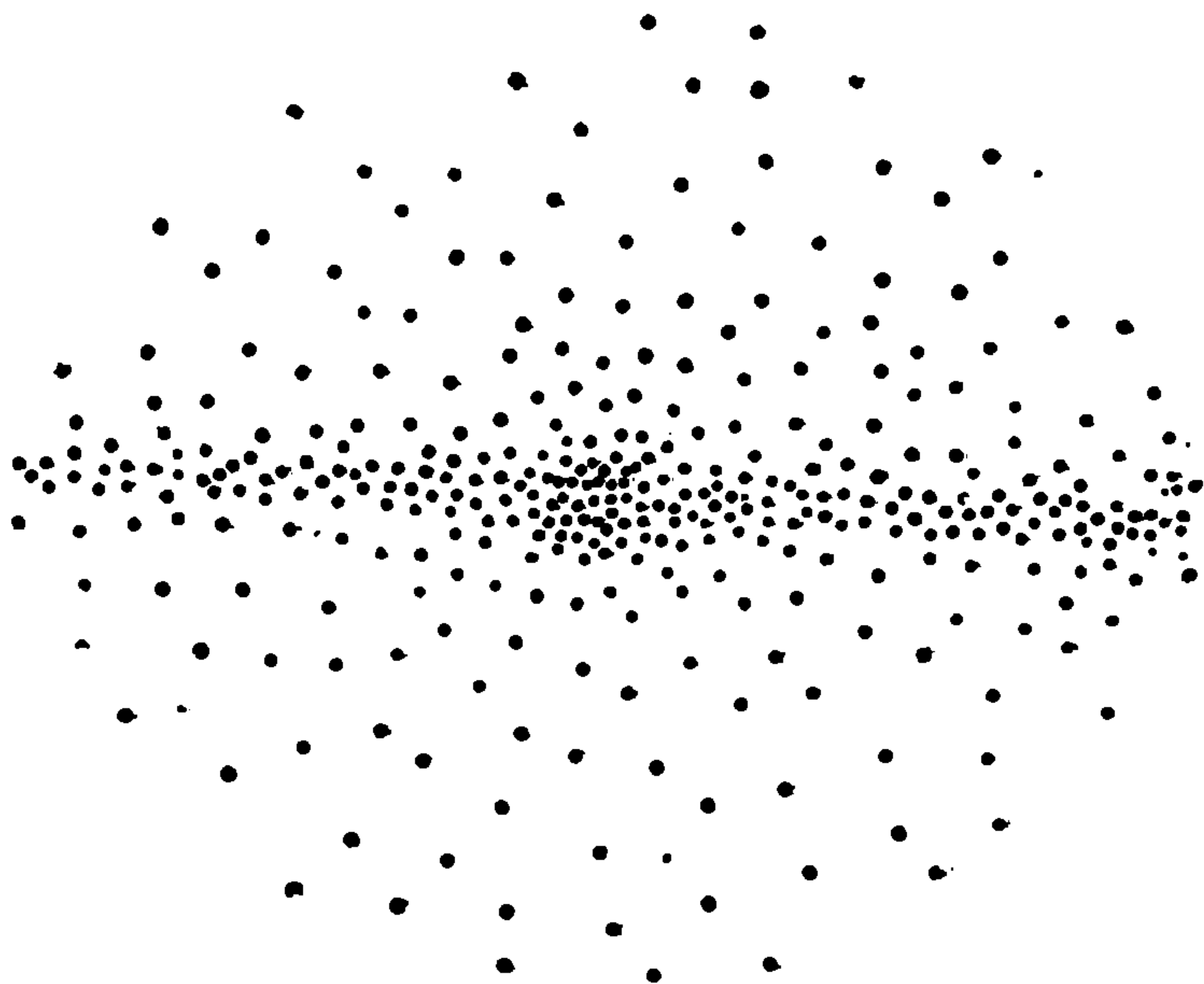


Fig. 12 — Secțiune schematică în Galaxie.

turtit, în care sînt parcă încrustate brațele spirale. Dar majoritatea stelelor Galaxiei și cea mai mare parte a masei ei sînt distribuite într-un volum elipsoidal, așa-numitul galos. Diametrul Galaxiei este de aproximativ 30 000 de parseci. Galaxia se rotește în jurul axei care trece prin nucleul ei central.

a) Elementele constitutive ale Galaxiei

Stelele

Stelele sînt corpuri cu lumină proprie, analoge prin natura lor cu Soarele. Alte elemente constitutive ale Galaxiei — nebuloosele, planetele etc. — pot să lumineze, de asemenea, dar această lumină apare fie datorită fluorescenței, fie în urma dispersiei luminii stelelor. Starea fiecărei stele este determinată de următoarele mărimi: luminozitate¹, rază și masă, precum și compoziția chimică.

Luminozitatea stelelor este foarte variată. Se cunosc stele care prin luminozitatea lor depășesc Soarele de zeci și sute de mii de ori. De pildă, steaua S a Peștelui de Aur (Dorado) are o luminozitate egală cu 1 milion. Luminozitatea celor mai multe stele este comparabilă cu cea solară. Dar unele stele au luminozitate extrem de redusă — de mii, de zeci și chiar de sute de mii de ori mai mică decît cea solară. Satelitul stelei Wolf 1 055 are luminozitate mai mică decît Soarele de 700 000 de ori. Dacă am compara intensitatea luminii Soarelui cu lumina unei lumînări, atunci steaua S a Peștelui de Aur va arăta ca un reflector puternic, iar satelitul stelei Wolf 1 055 va fi cu mult mai slab decît cel mai jalnic opaiț!

Razele stelelor vădesc, de asemenea, mari deosebiri, dar nu atît de uriașe. Cea mai mare rază a fost găsită la steaua ε din Vizitiul și VV din Cefeu — aproximativ de 2 000 de ori mai mare decît raza Soarelui. Dacă oricare dintre ele ar fi așezată în locul Soarelui, atunci orbitele tuturor planetelor, cu excepția lui Neptun și Pluton, s-ar afla înăuntrul stelei. Raza celor mai mici stele este de sute de ori mai mică decît cea solară: steaua lui Kuiper are o rază de două ori mai mică decît cea a Pămîntului, iar recent a fost găsită o stea comparabilă ca dimensiuni cu Luna.

Masele stelelor se deosebesc de masa Soarelui mai puțin decît se deosebesc între ele luminozitățile și ră-

¹ Se numește luminozitate sau puterea luminii unei stele cantitatea totală de energie radiată de ea pe secundă. De obicei, luminozitatea stelelor este exprimată în unități de luminozitate a Soarelui.

zele lor. Ele variază între o zecime din masa Soarelui pînă la cîteva zeci de mase solare. Cea mai mică masă de stea poate fi de 0,04—0,05 din masa solară.

Spectrele stelelor constau din numeroase linii de absorbție suprapuse pe un fond continuu. Un număr mic de stele au în spectrele lor și linii luminoase de emisie. În timp ce radiația stelelor „staționare” este calorică, o parte considerabilă din radiația așa-numitelor stele nestaționare nu prezintă radiație calorică obișnuită: sporirea strălucirii nu este însoțită de creșterea temperaturii păturilor superficiale ale stelei. Aceasta se manifestă în faptul că pe spectrul normal al acestor stele se suprapune uneori radiația în spectru continuu („emisie continuă”).

Nu putem găsi două stele care să aibă spectre absolut identice. Totodată, spectrele stelare sînt dispuse în prima aproximație într-o serie care se subîmparte în clase desemnate prin literele O, B, A, F, G, K, M. Clasele spectrale sînt unități prea mari. De obicei, ele sînt împărțite în zece subclase, de pildă B2 etc.

Temperaturile stelelor. Deosebiriile dintre spectrele stelelor sînt condiționate, în primul rînd, de temperaturile suprafeței lor. Stelele cele mai fierbinți (clasa spectrală O) ating temperaturi pînă la 40 000 de grade, iar cele mai reci — pînă la 1 000—2 000 de grade. Soarele nostru, care are temperatura suprafeței de circa 6 000 de grade, face parte din clasa spectrală G. Există o legătură între temperatura stelei (deci și clasa spectrală) și culoarea ei. Cele mai fierbinți sînt stelele albastre, apoi urmează stelele albe, gălbui și roșii.

Compoziția chimică a stelelor este foarte asemănătoare cu cea solară. În stele există de mii de ori mai mult hidrogen și heliu decît orice alte elemente luate la un loc. În privința elementelor grele, gradul relativ de răspîndire a acestora este același pe stele și pe Pămînt. Există totuși stele a căror compoziție chimică se caracterizează prin diferite abateri: unele au mult litiu, altele mult bariu, altele — titan, zirconiu etc. Dar aceste stele formează în total 1% din numărul stelelor.

Rotația stelelor. Stelele se rotesc în jurul axelor lor. Majoritatea stelelor fierbinți, strălucitoare se rotesc repede (vitezele la ecuator sînt egale cu cîteva zeci sau

sute de kilometri pe secundă). Pe de altă parte, gigantele galbene și roșii precum și stelele asemănătoare Soarelui se rotesc relativ lent.

Cîmpurile magnetice ale stelelor. La unele stele s-au descoperit cîmpuri magnetice. Cîmpurile magnetice ale stelelor sînt variabile. În modificările lor nu s-a reușit să se stabilească nici un fel de periodicitate. Se poate considera că fiecare stea are un cîmp magnetic.

Stelele variabile. Radiația unor stele este supusă oscilației. Asemenea stele se numesc variabile. Ele se împart în două mari clase: pulsante și eruptive. (Novele, supranovele etc.)¹

Stelele pulsante se contractă și se dilată periodic; o dată cu aceasta se schimbă condițiile fizice din adîncurile lor. Cînd steaua se contractă, ea devine mai fierbinte și strălucirea ei se mărește. Cînd se dilată, steaua se răcește și strălucirea ei scade. Unele stele au o anumită perioadă de pulsație (variabilele regulate), la altele periodicitatea pulsației nu este prea clar exprimată (variabilele semiregulate), iar la altele strălucirea se schimbă în mod dezordonat (variabilele neregulate). Toate stelele pulsante sînt gigante albe, galbene și roșii; la gigantele albe și galbene, perioadele de variabilitate sînt mai scurte și mai constante decît la cele roșii.

Gigantele și supragigantele albe și galbene (cu luminozitatea de la 100 pînă la 4 000) cu perioade scurte de pulsație (de la 86 de minute pînă la 60 de zile) se numesc cefeide (după denumirea stelei δ din Cefeu). Cefeidele cu perioadă scurtă (perioadele lor sînt mai mici decît 24 de ore) se numesc stelele de tipul stelei RR din Lira.

Stelele variabile cu modificări neregulate ale strălucirii se numesc nestaționare. Dintre ele prezintă un interes deosebit de mare variabilele neregulate cu luminozitate scăzută, în speță stelele de tipul stelei T din Taurul (subgigante sau pitice din clasele spectrale G — M). Printre ele există stele cu modificări rapide ale strălucirii, cu modificări lente și stele la care perioadele de modificări rapide și lente ale strălucirii alternează. Astfel, modificările strălucirii acestor stele reprezintă un

¹ Vezi „Astronomia în U.R.S.S. în decurs de 40 de ani (1917—1957)”, Editura de stat pentru fizică și matematică, 1960, pag. 262.

proces întâmplător. În spectrele lor se observă linii strălucitoare și o puternică emisie continuă. Astronomul mexican G. Haro a descoperit stele variabile „care se aprind”; ele au de obicei o strălucire minimă, iar apoi se aprind brusc pentru o perioadă măsurabilă în minute. Luminozitatea lor crește astfel uneori de zeci de ori. În timpul acestei aprinderi ele manifestă, de asemenea, o puternică emisie continuă.

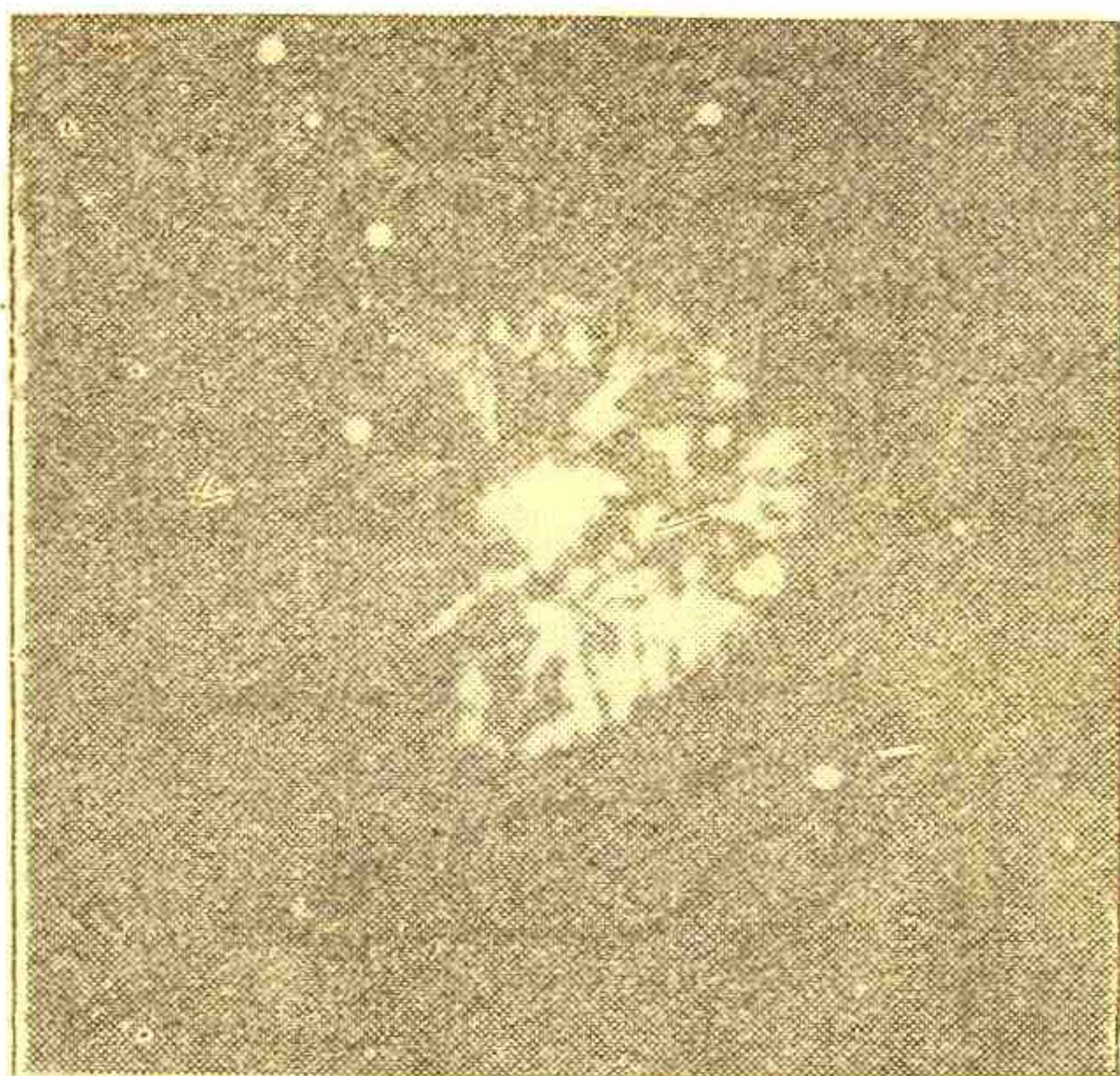


Fig. 13 — Nebuloasa formată prin erupția Novei din Perseu. Erupția acestei stele a avut loc în 1901, iar fotografia a fost făcută peste 50 de ani de la aceasta.

Novele, supranovele și stelele asemănătoare novelor. Uneori și anume în mod cu totul neașteptat au loc aprinderi ale stelelor nove. Se numește novă o stea care a existat și mai înainte, dar a cărei strălucire crește neobișnuit de repede de zeci și sute de mii de ori. Aprinderile novelor au caracterul unei explozii (fig. 13) care se produce sub acțiunea unor profunde cauze interne; învelișul stelei se dilată, dispersându-se apoi în spațiul înconjurător.

Luminozitatea unor stele crește în timpul aprinderii de miliarde de ori; asemenea stele se numesc supranove. Printre stelele nove există un număr de nove „iterate”, care se aprind de repetate ori. Se cunosc și stele „asemănătoare novelor” care se aprind în intervale de timp mai mult sau mai puțin regulate, pentru ca peste câteva ore de la aprindere să se întoarcă la strălucirea minimă de pînă atunci.

Emanajia corpusculară a stelelor. Fiecare stea, pe lîngă radiația obișnuită de lumină, emite și fluxuri de corpusculi. Unele stele masive fierbinți O—B și așa-numitele stele Wolf—Rayet se află într-o stare nestabilă, și expulzarea neîntreruptă de materie se observă nemij-

locit la ele judecînd după liniile strălucitoare din spectrele lor. Dar și pentru Soare, în starea lui actuală, pierderea corpusculară de masă are un anumit rol ¹.

Diagrama spectru-luminozitate. Între principalele caracteristici ale stelelor există raporturi care le leagă între ele. În 1905, astrofizicianul olandez E. Hertzsprung a descoperit că stelele roșii se împart în două grupe:

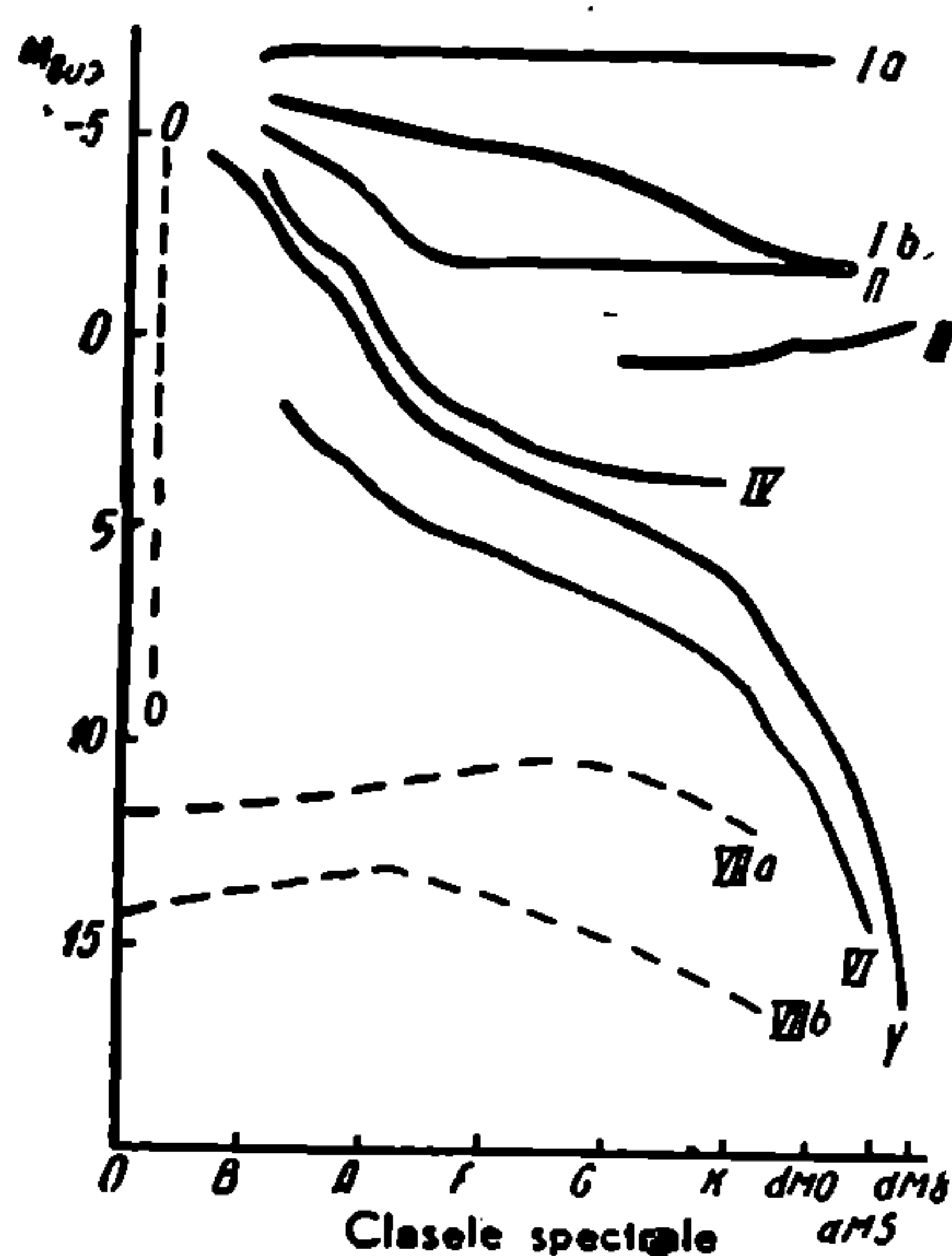


Fig. 14 — Diagrama lui Hertzsprung-Russell. Pe axa absciselor sînt reprezentate clasele spectrale ale stelelor, iar pe axa ordonatelor — așa-numitele mărimi stelare absolute care corespund luminozităților stelelor.

de luminozitate mare și de luminozitate mică. În 1913, H. Russell a comparat luminozitățile stelelor cu clasele lor spectrale. Rezultatele obținute le-a prezentat sub forma unei diagrame — care a fost precizată în cursul cercetărilor ulterioare. Pe figura 14 este prezentată diagrama lui Hertzsprung-Russell în forma ei actuală. Pe diagramă, fiecărei stele îi corespunde un punct, a cărui abscisă reprezintă temperatura (tipul spectral), iar ordonata reprezintă luminozitatea ei.

Pe diagrama spectru-luminozitate, stelele sînt dispuse în majoritatea cazurilor în niște

benzi înguste, formînd șirul așa-numitelor serii.

Cea mai „populată” porțiune a diagramei este banda care o intersectează aproape în diagonală (seria principală — V). Stelele albastre fierbinți așezate în partea stîngă superioară a benzii posedă luminozități, dimen-

¹ Vezi S. K. Vsehsvealski, G. M. Nikolski, E. A. Ponomarev, V. I. Cerednicenko: „Contribuții la problema emanației corpusculare a Soarelui”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXII, nr. 2, 1955, pag. 165—176.

siuni și mase uriașe. Ele se numesc gigante. Urmează apoi stelele albe, galbene (dintre care face parte și Soarele nostru), în sfârșit cele mai slabe — stelele roșii de dimensiuni și masă relativ mici, reprezentate prin puncte în partea dreaptă inferioară a seriei principale. Acestea sînt *stelele pitice*.

Cele mai strălucitoare stele ale seriei principale au luminozități care depășesc pe cea solară de 10 000 de ori; cele mai puțin strălucitoare, piticele, sînt de sute de mii de ori mai puțin strălucitoare decît Soarele. Temperatura suprafeței ajunge la unele stele albastre pînă la 50 000 de grade, iar la piticele roșii ea este de 2 000—3 000 de grade. Masele stelelor se schimbă de-a lungul seriei principale variînd între 40 și 0,1 din masa Soarelui, iar razele variază între 20 și 0,1 din raza Soarelui.

În dreapta, deasupra seriei principale se află ramurile supragigantelor (Ia, Ib), precum și ale gigantelor galbene (II, III). Acestea sînt stele de o luminozitate colosală. Razele lor sînt mai mari decît cea solară de o mie de ori și chiar mai mult, iar volumele — de sute de milioane și de miliarde de ori. Dar masele lor sînt egale numai cu cîteva zeci de mase solare. De aici rezultă că gigantele, în special supragigantele sînt stele cu densități neobișnuit de mici. Raza supragigantei Antares, de pildă, este egală cu 280 de raze solare, iar masa ei este egală cu 30 de mase solare. Este ușor de calculat că densitatea medie a stelei Antares este egală cu $0,0000016 \text{ g/cm}^3$, adică este de o mie de ori mai mică decît densitatea aerului în condițiile unei presiuni normale. Deasupra seriei principale se întinde un grup de stele care au aproape aceeași temperatură cu stelele seriei principale (IV), dar sînt întrucîtva mai mari și mai puțin dense. Aceste stele se numesc *subgigante*. Sub seria principală se află un grup de subpitice (VI), descoperit de astrofizicianul american G. Kuiper și de către cunoscutul astronom sovietic P. P. Parenago, membru corespondent al Academiei de Științe a U.R.S.S. (1906—1959). Subpiticele amintesc, prin masa și prin razele lor, de piticele roșii obișnuite, dar au luminozități mari.

În colțul de jos din stînga al diagramei sînt dispuse piticele albe (VIIa, VIIb), care sînt așezate de-a lungul

a două ramuri destul de apropiate de orizontală. Luminozitatea redusă a acestor stele este provocată de dimensiunile infime ale razelor lor, care nu depășesc sutimi din raza Soarelui. Dar masele lor sînt comparabile cu masa Soarelui, ceea ce ne indică densități neobișnuit de mari. Densitatea satelitului lui Sirius este de $40\,000\text{ g/cm}^3$; un degetar cu substanță din această stea cîntărește 40 kg, iar o cutie de chibrituri umplută cu asemenea substanță va putea echilibra greutatea a 10 oameni adulți. Pitica albă L 886 — 6 din constelația Monoceros are o densitate de 50 de milioane g/cm^3 .

În fine, la dreapta de stelele tipul O pînă la piticele albe, diagrama spectru-luminositate este plină de stele cu temperaturi înalte. Aceste stele formează seria alb-albastră, descoperită în 1947 de savantul sovietic B. A. Voronțov-Veliaminov (O—O).

Raportul masă-luminositate. Un alt raport important este diagrama „masă-luminositate”. Se constată că luminositatea unei stele este cu atît mai mare cu cît steaua este mai masivă. Acest raport se realizează bine pentru stelele seriei principale, dar el este inaplicabil pentru piticele albe, pentru subpitice și, probabil, pentru alte cîteva tipuri de stele.

Materia difuză În afară de stele, în compoziția Galaxiei intră materia difuză, care se întîlnește sub două forme: sub formă de pulbere și sub forma unui gaz extrem de rarefiat. Densitatea materiei difuze este neomogenă: pe alocuri, ea se adună în niște nori — nebuloase, care sînt de cîteva tipuri diferite.

Nebuloasele difuze (fig. 15) au o formă neregulată și contur difuz. Unele dintre ele sînt luminoase, altele sînt întunecate, lucru ce depinde de existența sau absența în apropiere a unei stele suficient de strălucitoare. În total se cunosc circa 500 de nebuloase difuze luminoase, dar numărul lor total în Galaxie trebuie să fie de zeci de mii, iar numărul nebuloaselor întunecate trebuie să fie de milioane.

Dimensiunile nebuloaselor diferă între ele și variază între fracții de parsec și zeci de parseci. Masele nebuloaselor sînt cuprinse între 0,1 din masa Soarelui și sute, chiar mii de mase solare. Densitatea gazului în nebuloasele difuze strălucitoare este de cîteva zeci de atomi

pe centimetru cub, adică de 10^{-23} g/cm³, iar în nebuloasele cele mai dense ajunge pînă la 100—300 de atomi (10^{-22} g/cm³), în cele mai rarefiate scăzînd pînă la un

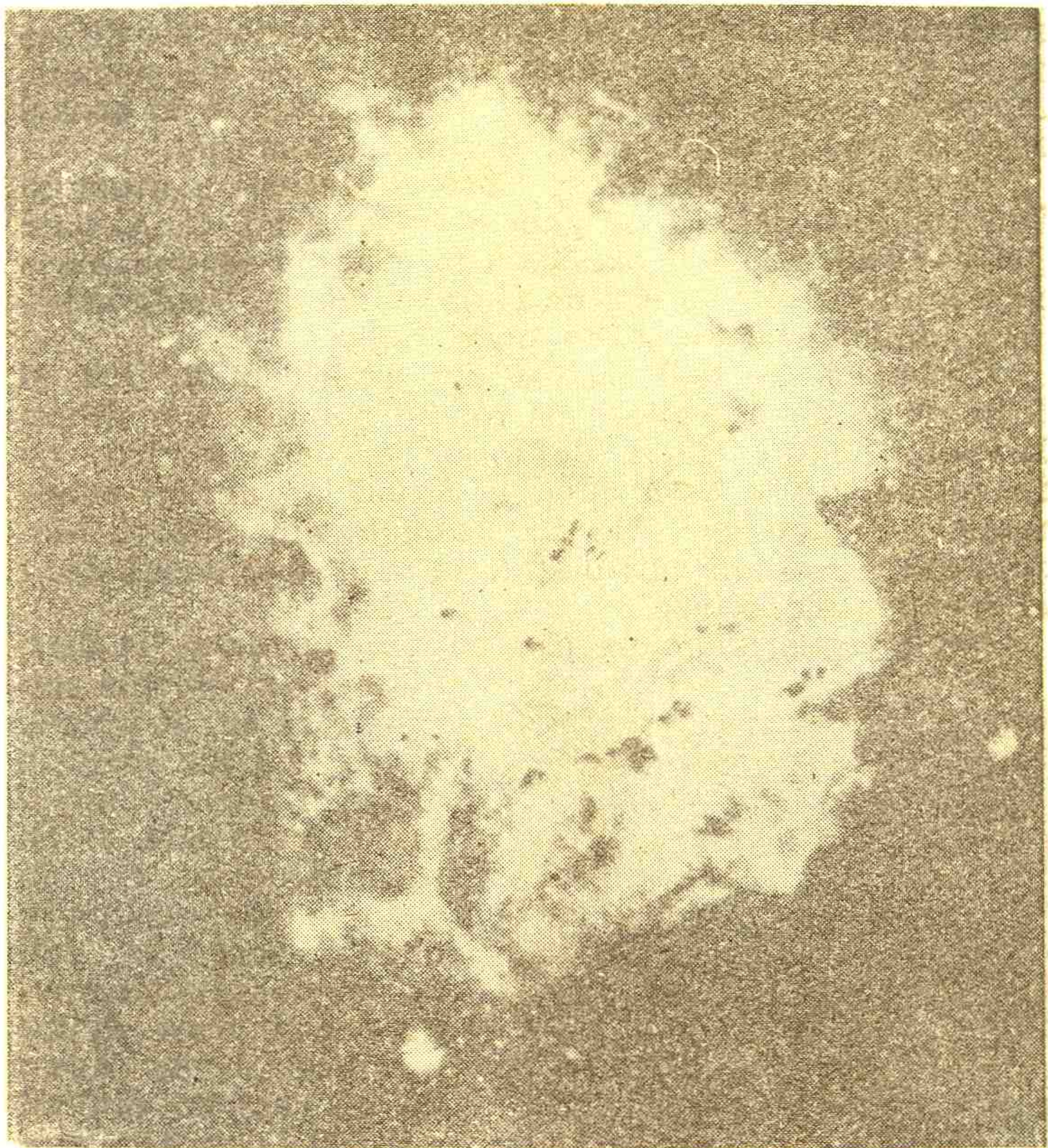


Fig. 15 — Nebuloasa difuză, M8 în care se văd numeroase globule (M8 este numărul de ordine al nebuloasei în catalogul lui Messier).

atom pe centimetru cub (10^{-24} g/cm³). În spectrele nebuloaselor difuze s-au descoperit liniile hidrogenului (care este și aici elementul predominant), precum și ale heliului, ale oxigenului ionizat și ale altor gaze. Luminescența nebuloaselor gazoase reprezintă un proces de

fluorescență. Nebuloasele pulverulente reflectă pur și simplu lumina stelelor celor mai apropiate. Majoritatea nebuloaselor difuze luminoase conțin și gaze și pulberi. Spectrele lor sînt formate din radiații ale gazelor luminescente și ale stelei care luminează. Nebuloasele difuze nu se află în stare de echilibru. Deși în ele sînt posibile contracții locale, factorii principali acționează în sensul dilatării nebuloaselor și al dispersiei materiei.

În nebuloasele difuze se observă deseori o structură fibroasă fină, care, după cum a arătat acad. G. A. Șain (1892—1956), poate fi explicată prin aceea că nebuloasa care se dilată se află într-un cîmp magnetic. Unele nebuloase difuze sînt surse de unde radio.

Globulele. În 1947, astronomii americani B. Bok și E. Reyleigh au descoperit pe fondul nebuloaselor difuze formațiuni întunecoase, de formă aproape sferică, cu dimensiuni de la 5 000 pînă la 50 000 de unități astronomice — globulele. Ele sînt formate din pulberi. Materia din ele se află într-o stare cu mult mai densă decît în nebuloasele difuze.

Nebuloasele planetare (fig. 16) sînt în formă de disc,

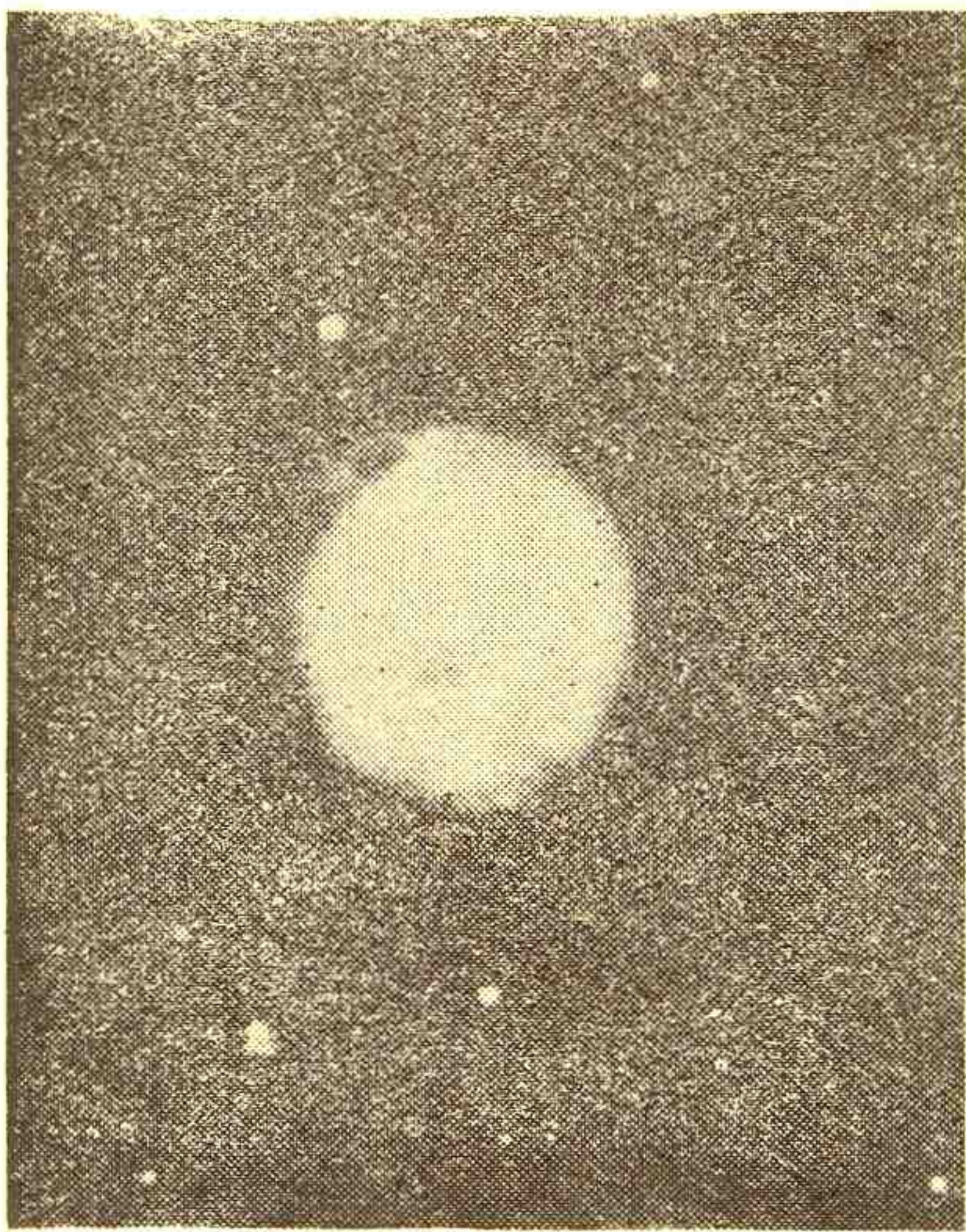


Fig 16 — Nebuloasa planetară Butnița din constelația Ursa Mare.

de inel sau obiecte spirale, care au, de obicei, în centrul de simetrie al stelei nucleul nebuloasei, care este sursa luminescenței ei. În Galaxie există cel puțin cîteva zeci de mii de nebuloase planetare. Cele mai mari dintre nebuloasele de acest tip au raza de ordinul a 10 000 de unități astronomice. Masele lor nu depășesc 0,1—0,2 din masa Soarelui, iar densitățile ne apar de ordinul a 10^{-20} — 10^{-22} g/cm³. Compoziția chimică a nebuloaselor planetare se aseamănă cu com-

poziția Soarelui: ele sînt formate mai ales din hidrogen, precum și din heliu, oxigen, azot și alte elemente. Nucle-ele nebuloaselor planetare sînt cele mai fierbinți dintre stelele cunoscute: temperatura lor nu coboară sub 30 000 de grade, iar la unele nuclee depășește 100 000 de grade. Dar luminozitatea lor este puternic redusă în comparație cu stelele fierbinți obișnuite. Învelișurile nebuloaselor planetare se dilată cu o viteză de 10—20 km/sec.¹

*Nebuloasele în formă de cometă (cometare)*² (fig. 17) au forma de evantai, iar la capătul ascuțit al nebuloasei se află o stea, de obicei variabilă; în majoritatea cazurilor, ea aparține tipului T din constelația Taurului. Sînt variabile și unele nebuloase în formă de cometă. Spectrul lor este continuu. Energia pentru emisia continuă este eliberată din stea pe porții. În unele nebuloase difuze au fost găsite formațiuni cometare.

Radionebuloasele sînt resturi de explozii ale unor stele supranove, care emit puternice unde radio. Cea mai remarcabilă dintre ele este nebuloasa Crabului (fig. 18). Această nebuloasă este formată dintr-o masă

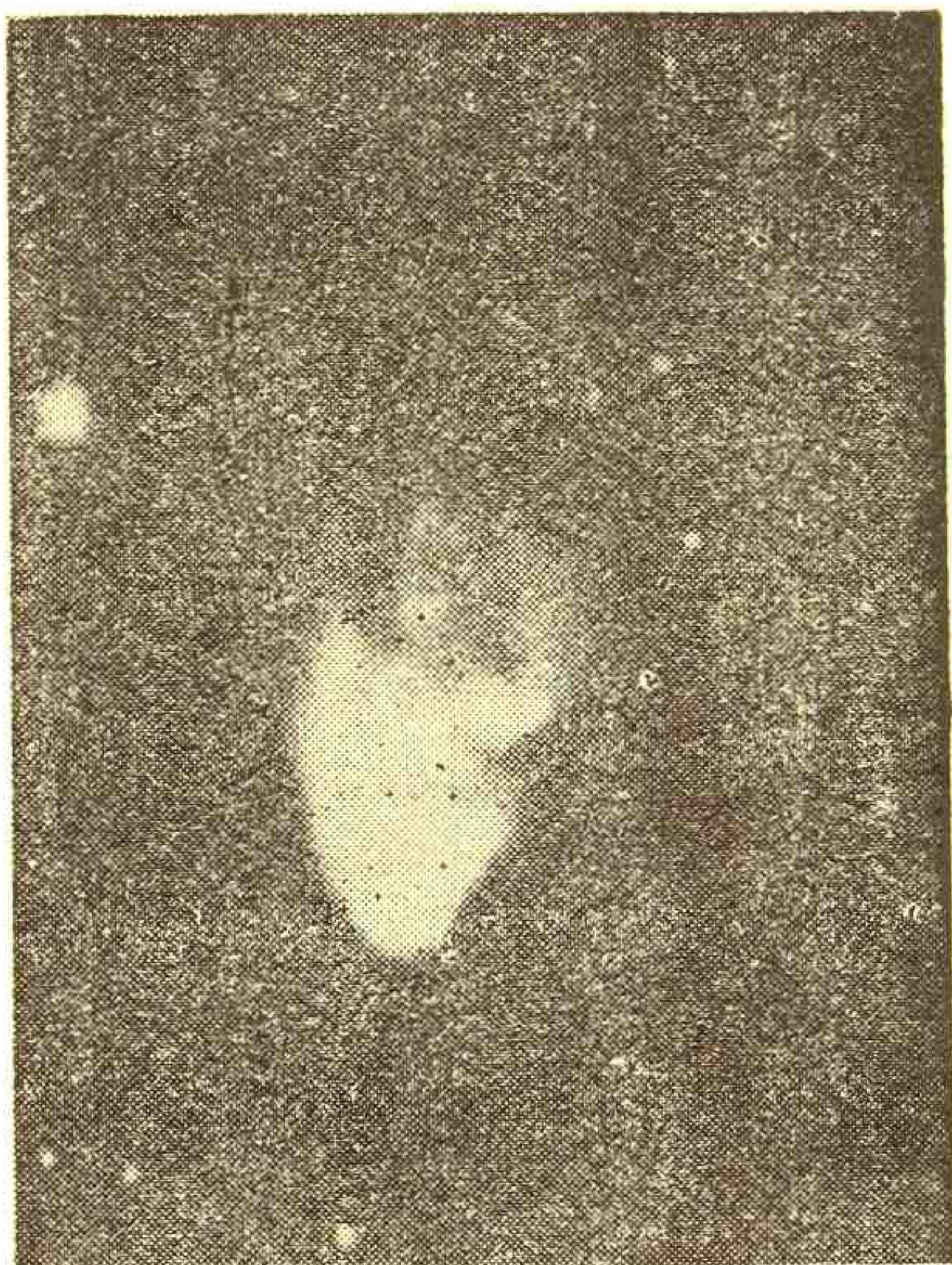


Fig. 17 — Nebuloasa cometară, legată de steaua R din Monoceros. Steaua se află la marginea inferioară a nebuloasei.

¹ Vezi G. A. Gurzadian: „Problemele dinamicii nebuloaselor planetare”, Editura Academiei de Științe a R.S.S. Armene, Erevan, 1954.

² Vezi V. A. Ambarzumian: „Despre natura nebuloaselor de forma cometelor”, în „Probleme de cosmogonie”, vol. IV, 1955, pag. 76—86.

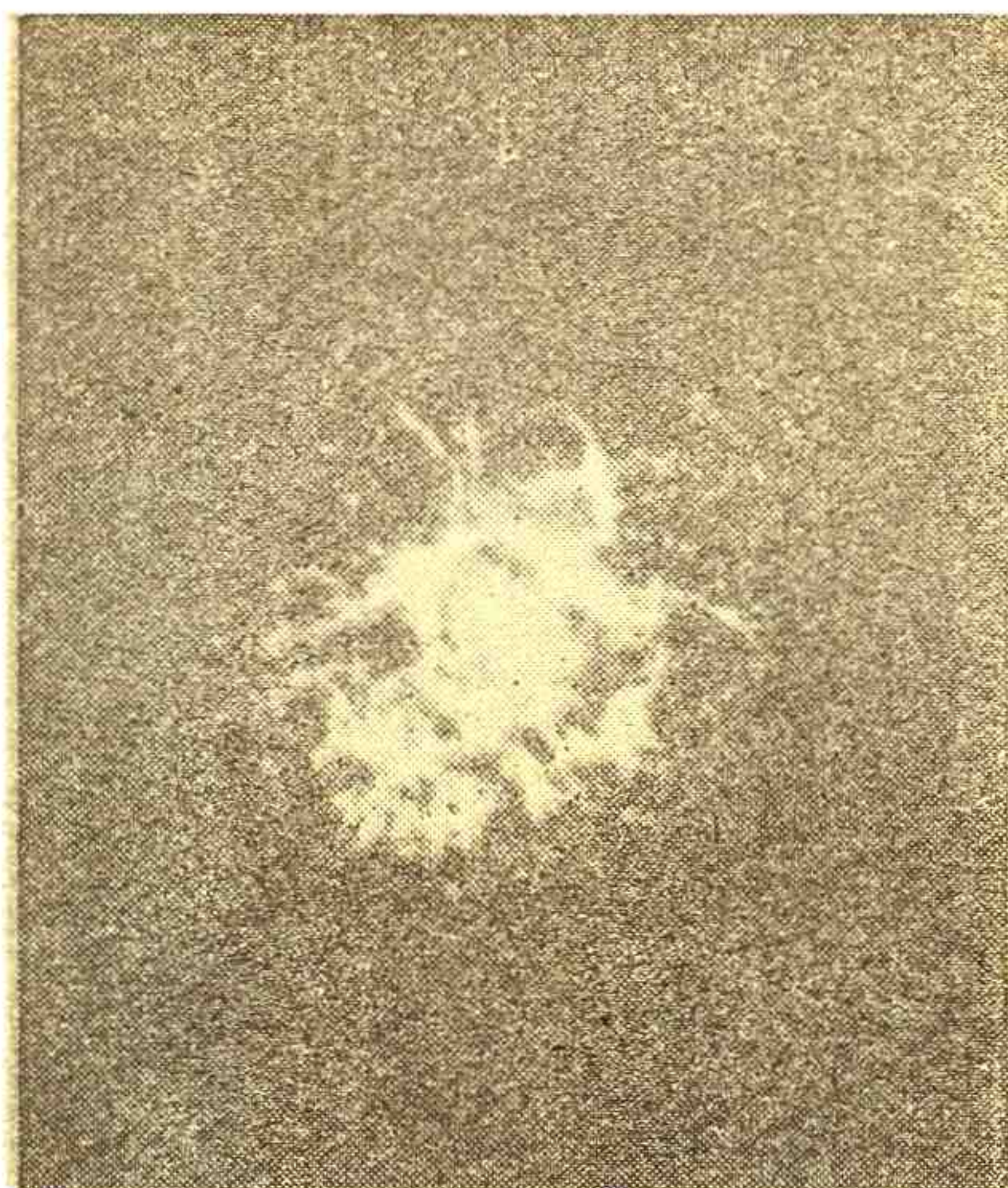


Fig. 18 — Nebuloasa Crabului din constelația Taurului. Ea reprezintă rezultatul exploziei unei stele supernove, care a avut loc în 1954.

amorfă complexă și dintr-o rețea de fibre care se dilată cu o viteză de peste 1 000 km/sec. Masa difuză a nebuloasei emite un spectru continuu, fără nici un fel de linii de absorbție. În Galaxie se cunosc destul de multe radionebuloase. Ele au fost cercetate amănunțit de I. S. Șklovski¹.

Obiectele lui Herbig-Haro sînt stele înconjurate de mici nebuloase. Nebuloasa pare destul de strălucitoare în comparație cu steaua, care are, de obicei, culoarea albastră.

Mediul interstelar. În afară de nebuloase, aproape pretutindeni în Galaxie există un mediu rarefiat de gaz și pulberi, care este format 90% din hidrogen. Densitatea medie a gazului interstelar este de ordinul a $5 \cdot 10^{-24}$ g/cm³, ceea ce corespunde aproximativ unui atom de hidrogen pe centimetrul cub. Atomii hidrogenului interstelar se află mai ales în stare neutră, dar, în apropierea planului galactic, hidrogenul se ionizează și se transformă în gaz electrono-protonic, care emite puternice unde radio.

b) Structura și dinamica galaxiei

Sisteme multiple de stele Potrivit aprecierii lui G. Kuiper, cel puțin 80% din stelele Galaxiei formează în spațiu grupuri: sisteme duble, triple și chiar mai complexe. Această tendință este deosebit de net exprimată la stelele „discului”.

¹ Vezi I. S. Șklovski: „Radioastronomia”, Editura de stat pentru tehnică, 1955; „Radiații cosmice”, Editura de stat pentru tehnică, 1956.

Printre stelele duble se întâlnesc cel mai des perechi strânse. Sistemele triple și mai complexe de stele au următoarea proprietate: în sistem nu pot fi indicate trei stele, ale căror distanțe să poată fi comparabile, oricare stele am alege, una din distanțe va fi mică în comparație cu celelalte două (fig. 19). Totuși, în unele sisteme pot fi indicate trei stele între care există distanțe de același ordin. Asemenea sisteme au primit denumirea de sisteme de tipul Trapez Orion (fig. 20). După cum a arătat V. Ambarțumian, printre sistemele multiple în care principala stea este de tipul O—B sau M se observă un număr deosebit de mare de stele tip Trapez. Uneori sistemele multiple de stele sînt dispuse sub formă de lanțisoare, fiecare verigă fiind formată din cel puțin trei sau patru stele, de obicei gigante fierbinți de tipul O—B.

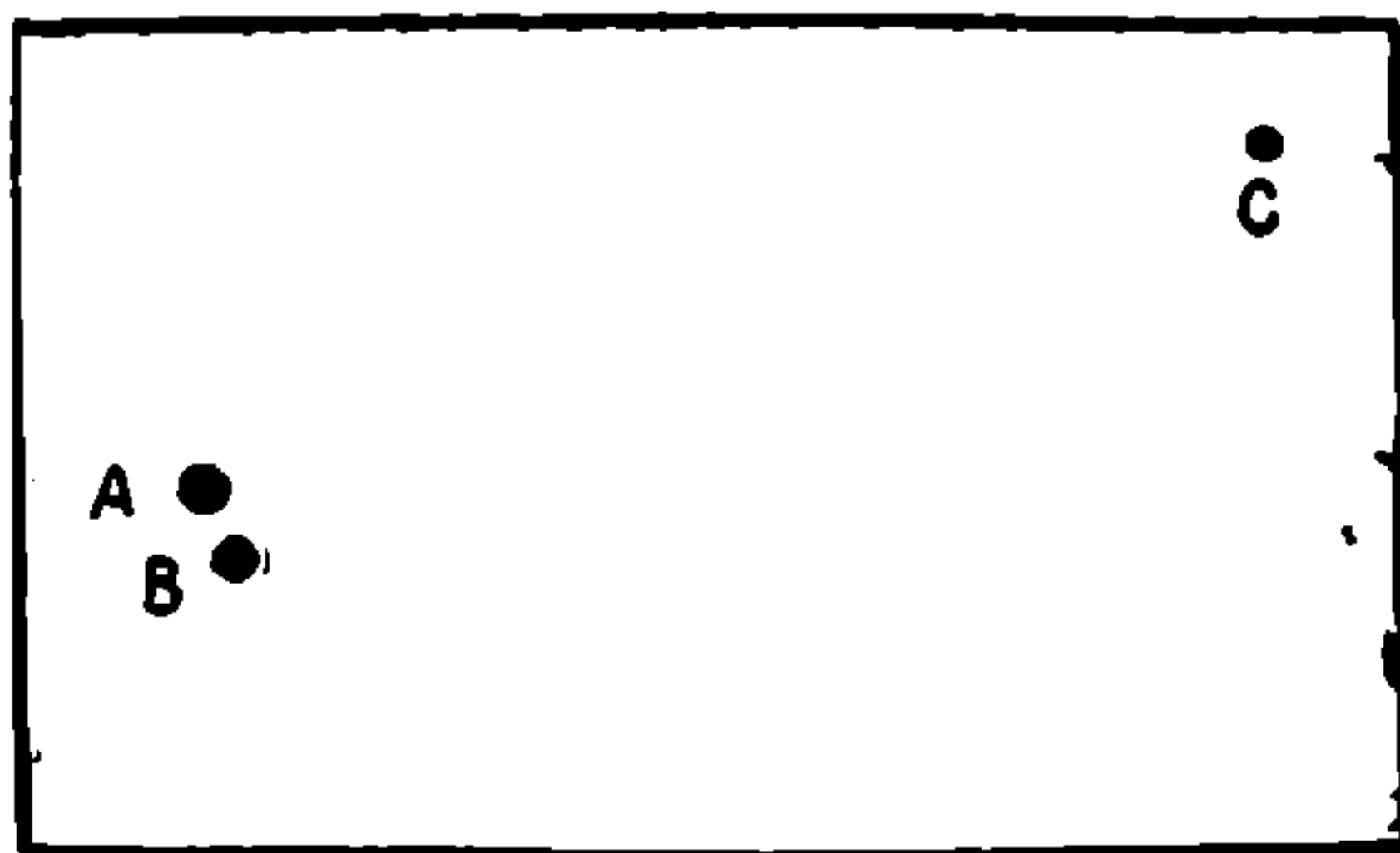


Fig. 19 — Sistem multiplu de stele de tip obișnuit.

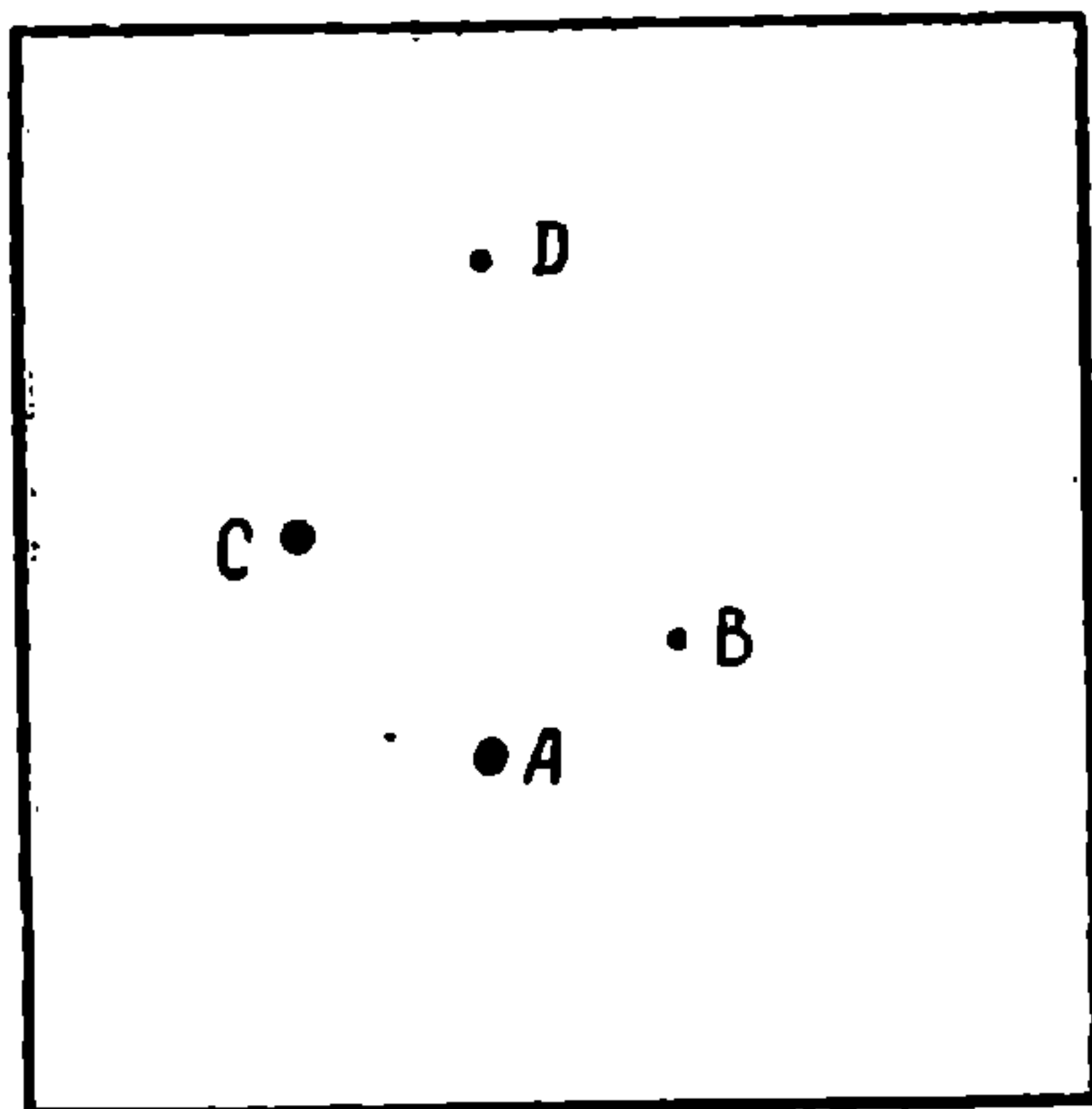


Fig. 20 — Sistem multiplu de tip Trapez Orion.

Roiuri stelare

O formă mai complexă de uniuni de stele o reprezintă roiurile de stele. Roiurile sînt sisteme de stele, fizic legate între ele, care se mișcă în spațiu ca un tot unitar față de stelele înconjurătoare ale cîmpului galactic. Pe baza aspectului exterior și a numărului de stele care fac parte din ele, roiurile de stele se împart în două tipuri principale: deschise sau difuze și globulare.

Roiurile deschise au o formă neregulată și sînt formate din cîteva zeci sau sute de stele. Se cunosc în total circa 500 de roiuri deschise. Diametrele roiurilor de acest tip variază între 2 și 15 parseci. Roiurile deschise conțin adesea sisteme de tip Trapez și lanțisoare stelare, care sînt parcă un fel de nuclee ale lor.

Diagramele spectru-luminozitate ale diferitelor roiuri deschise coincid în părțile lor inferioare, dar părțile lor superioare diferă. În unele cazuri, seria principală începe aici cu stele de tipul O, în altele — cu stele de tipul B, în altele numai cu stele de tipul A (corespunzător, roiurile O, B și A după clasificarea lui B. E. Markarian). În unele roiuri se întîlnesc și gigante și supra-gigante galbene și roșii, ale căror ramuri nu se îmbină de regulă cu seria principală.

Roiurile globulare au o formă sferică regulată cu o aglomerare în centru. Ele conțin pînă la 10^5 stele și chiar mai multe. Se cunosc aproape o sută de asemenea roiuri. Diametrele roiurilor globulare sînt de 40—100 de parseci, iar diametrele nucleelor lor de circa 20 de parseci.

Diagramele spectru-luminozitate pentru roiurile globulare, analoge între ele, nu seamănă cu diagramele roiurilor deschise. Capătul inferior al diagramei nu se îmbină la ele cu seria principală, ci cu seria subpiticelor. Roiurile globulare au ramurile bine dezvoltate ale giganților roșii și ramurile orizontale ale giganților albe. În multe roiuri globulare au fost găsite stele variabile, dintre care majoritatea aparțin tipului RR din Lira.

Asociațiile stelare, descoperite de V. A. Ambarțumian¹ în 1947, reprezintă grupuri disperse de stele de tipuri fizice deosebite (fig. 21). Densitatea spațială a stelelor în asociație este cu mult mai mare decît concentrarea medie a stelelor de tipul respectiv din Galaxie, dar ea este cu mult mai mică decît densitatea tuturor stelelor în genere în regiunea în care este dispusă asociația respectivă.

¹ V. A. Ambarțumian: „Evoluția stelelor și astrofizica. Asociații stelare”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 96—122, 7—16.

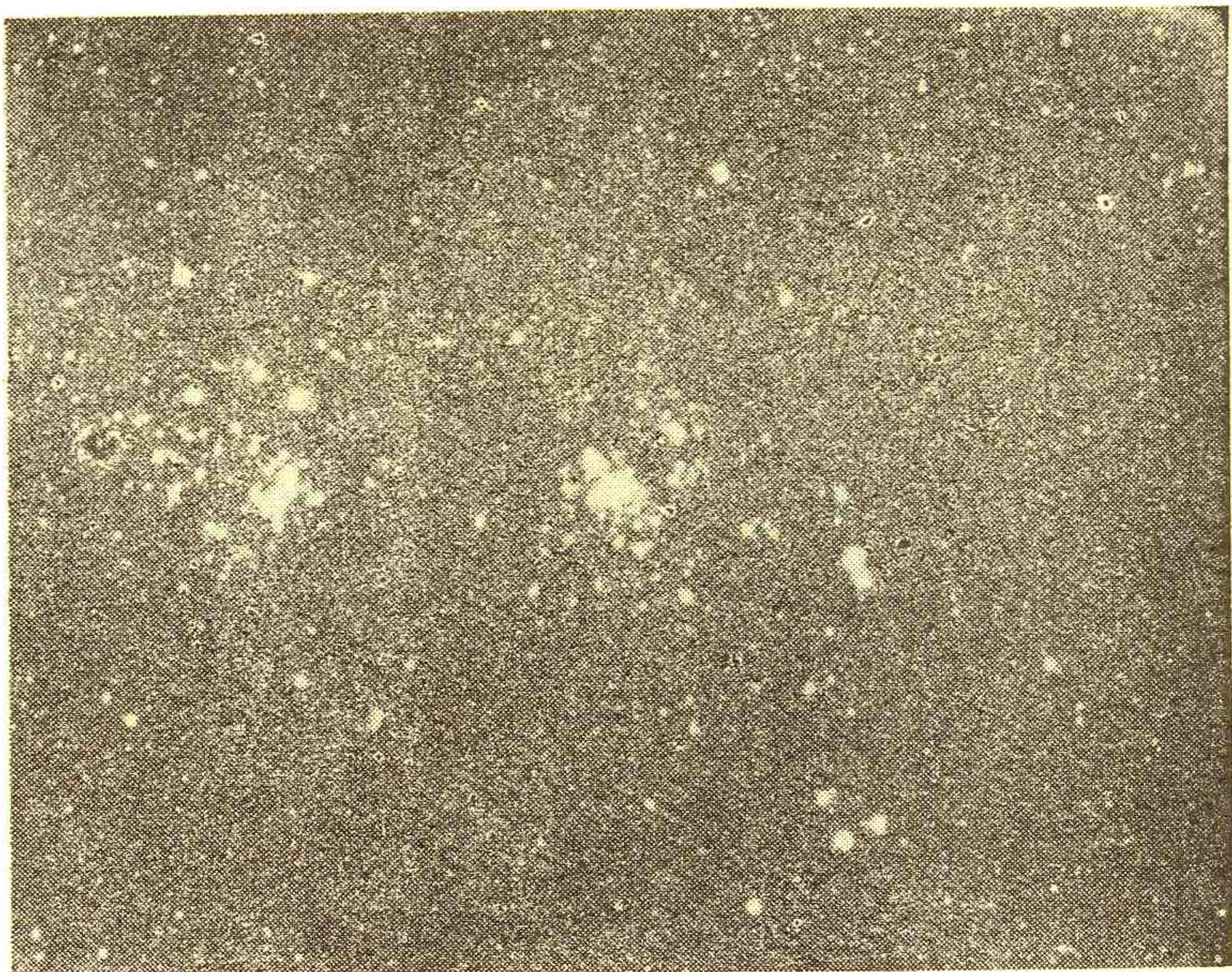


Fig. 21 — Roiuri stelare h și π din Perseu, care sînt nucleeele asociației O din constelația Perseu.

Se disting două tipuri de asociații : asociațiile O (grupuri disperse de gigante fierbinți) și asociațiile T (grupuri de pitice variabile reci).

Asociațiile O au următoarele proprietăți : diametrele lor variază, de regulă, între 30 și 200 de parseci. Ele conțin gigante alb-albastre de tipurile O—B, iar în unele cazuri stelele Wolf—Rayet au unul sau cîteva nucleee, care sînt roiuri stelare de tipul O, sisteme multiple de tipul Trapez și lăncișoare stelare. Gigantele fierbinți se întîlnesc nu numai în nucleeele asociației, ci și în afara acestora.

Asociațiile T sînt formate din stele variabile de tipul T din Taurul, precum și de tipul subgigantelor variabile și piticelor roșii din a doua parte a seriei principale. Aproape în cadrul fiecărei asociații T se observă lăncișoarele de stele variabile și de roiuri ale acestora.

Distanțele dintre verigile unor asemenea asociații sînt, de regulă, aceleași. Asociațiile T au fost amănunțit cercetate de P. N. Holopov.

Între asociațiile O și T există o legătură profundă. În unele cazuri asociațiile O conțin stele de tipul T din Taurul, adică sînt în același timp și asociații T. Unele asociații T sînt în același timp și asociații O.

V. A. Ambartsumian a prezis teoretic¹ că asociațiile sînt sisteme nestabile și trebuie să se dilate. Această concluzie a fost confirmată apoi de A. Blaauwe, B. E. Markarian și de alți astronomi prin exemplul unor asociații.

„Populații”
stelare

În 1944, astronomul american W. Baade a arătat că întreaga „populație” a Galaxiei poate fi împărțită în două grupuri cu caracteristici fizice net distincte. Această deosebire se manifestă, în primul rînd, în dispoziția diferită pe diagrama spectru-luminozitate. Din categoria populației de tipul I fac parte gigantele alb-albatre din clasele O, B, A, roiurile stelare deschise, cefeidele cu perioadă lungă, nebuloasele gazoase și pulverulente, iar din categoria populației de tipul II — gigantele și supragigantele roșii, roiurile stelare globulare, variabilele cu perioadă scurtă de tipul R R Lira și subpiticele.

De deosebirile fizice ale stelelor populațiilor de tipul I și de tipul II sînt legate și deosebirile în locul și mișcarea lor în spațiu. Cele două tipuri de populație nu se întîlnesc aproape niciodată laolaltă, dar obiectele de același tip se însoțesc unul pe altul. Obiectele care aparțin populației de tipul I se concentrează către planul Galaxiei, formînd brațele ei spirale. Ele se mișcă în jurul centrului Galaxiei pe orbite aproape circulare. Obiectele populației de tipul II, dimpotrivă, au o distribuție sferică, simetrică în raport cu centrul Galaxiei. Ele sînt dispuse la distanțe diferite față de planul Galaxiei, dar concentrarea lor crește puternic pe măsură

¹ Vezi V. A. Ambartsumian : „Asociații stelare”. Vezi „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 12—14.

ce ne apropiem de acesta. Stelele populației de tipul II se mișcă pe orbite foarte alungite, care au înclinații mari una față de alta.

Subsistemele Galaxiei

Astronomul sovietic B. V. Kukarkin¹, studiind, în 1943—1949, distribuția în Galaxie a stelelor variabile de diferite tipuri, a ajuns la concluzia că împărțirea stelelor numai în două tipuri de populație constituie o simplificare prea mare. El a introdus noțiunea de subsisteme ale stelelor (prin cuvântul „sistem” se înțelege întreaga Galaxie). Subsistemele se împart în trei tipuri, și fiecare dintre ele formează respectiv componenta plană, sferică și intermediară a Galaxiei noastre. Dintre subsistemele a căror totalitate formează componenta plană a Galaxiei, face parte după B. V. Kukarkin majoritatea obiectelor de tipul I de populație (după Baade); subsistemele a căror totalitate a fost denumită de B. V. Kukarkin componenta sferică a Galaxiei sînt formate din obiecte ale populației de tipul II, iar subsistemele componente intermediare sînt grupuri de stele a căror distribuție spațială este ceva intermediar între caracteristica respectivă a obiectelor componente plane și a celei sferice. Întreaga Galaxie este concepută acum ca fiind un sistem format dintr-o serie de subsisteme ce se întrepătrund, fiecare dintre ele avînd caracteristici ce-i sînt proprii numai ei.

I. S. Șklovski² a arătat că sursele undelor radio formează în Galaxie un subsistem sferic — „coroana” galactică, care se întinde cu mult mai departe decît subsistemele sferice de stele.

Structura spirală a Galaxiei

Galaxia are o structură spirală. Brațele ei sînt neomogene și sînt formate din diferite condensări și ansambluri, care sînt alcătuite din gigantele fierbinți de tipurile O — B, iar în unele cazuri conțin chiar nebuloase

¹ Vezi B. V. Kukarkin: „Cercetarea structurii și dezvoltării sistemelor stelare pe baza studierii stelelor variabile”, Editura de stat pentru literatură tehnică, 1949.

² I. S. Șklovski: „Despre distribuția în spațiu a surselor de unde radio ale Galaxiei”, în „Raportele Academiei de Științe a U.R.S.S”, vol. 85, nr. 6, 1952, pag. 1 231—1 232.

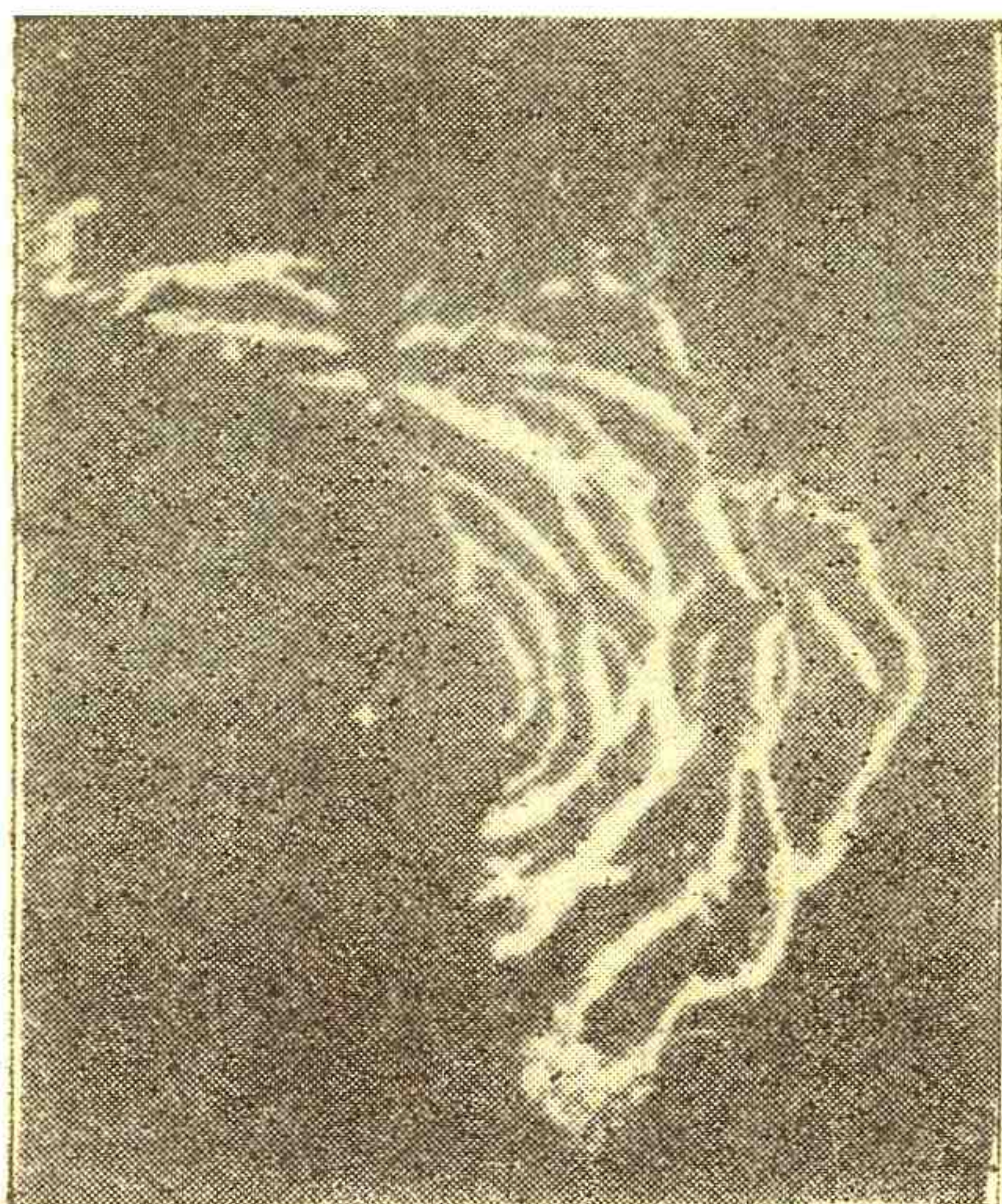


Fig. 22 — Structura spirală a Galaxiei pe baza radioobservațiilor. Pe desen este arătată distribuția hidrogenului interstelar. Poziția centrului Galaxiei este notată cu o cruciuliță, iar poziția Soarelui — cu un cerculeț cu un punct.

gazoase. Galaxia are cel puțin trei sau patru brațe spirale (fig. 22). Brațele spirale înconjură nucleul Galaxiei, care este format din obiectele subsistemelor sferice: în nucleu se află mai ales subpitice strălucitoare și cefeide cu perioadă scurtă. Densitatea gazului interstelar din interiorul nucleului nu depășește densitatea lui din brațele spirale ale Galaxiei.

Din nucleu are loc o puternică expulzare de hidrogen cu o viteză de circa 50 km/sec., potrivit datelor astrofizicianului olandez Van de Hülst. Puterea expulzării este de așa

natură, încît în milioane de ani poate fi ejectată o masă de ordinul a sute de mii de mase solare.

Dinamica Galaxiei

Interacțiunea dintre stele în cadrul Galaxiei este determinată de legea gravitației universale. Dar în Ga-

laxie, spre deosebire de sistemul solar, nu există un corp central unic care să determine în fond toate mișcările care au loc în sistem. Nucleul Galaxiei nu este un asemenea corp, pentru că masa lui este egală numai cu cîteva sutimi din masa totală a Galaxiei. Cîmpul de gravitație din Galaxie este determinat de întreaga totalitate a elementelor sale constitutive; mișcarea stelelor, deși are loc în jurul nucleului (rotația Galaxiei în jurul axei sale), este însă considerabil mai complicată. Rotația Galaxiei nu seamănă nici cu rotația unui corp solid, nici cu mișcarea de revoluție a planetelor în jurul Soarelui, ea are un caracter intermediar.

Pe de altă parte, după cum subliniază V. A. Ambartsumian¹, masa totală a Galaxiei noastre și a altor galaxii, stabilită pe baza ipotezei că i se poate aplica legea gravitației a lui Newton, depășește de multe ori masa elementelor „luminoase” observate de noi care intră în constituția ei. Aceasta duce la concluzia că în Galaxie există mase de materie întunecată care nu au putut fi pînă în prezent descoperite nemijlocit.

**Despre procesele
de dezvoltare
a elementelor
constitutive ale
Galaxiei**

În ultimii ani au fost descoperite numeroase fapte care ne permit să tragem concluzii certe privind procesele de dezvoltare ce au loc în Galaxie.

Multe dintre ele au fost amintite de noi mai înainte într-o ordine de idei sau alta. Aceste fapte infirmă în modul cel mai hotărît reprezentările despre evoluția „liniștită”, extrem de lentă a elementelor constitutive ale Galaxiei și ne arată rolul imens al proceselor nestaționare în dezvoltarea diferitelor obiecte galactice.

1. În Galaxie există subsisteme de stele care aparțin la trei tipuri structurale. După cum a arătat P. P. Parenago, într-un timp de ordinul a 10^{10} pînă la 10^{11} ani, legea distribuției vitezelor în subsistem nu trebuie să se schimbe în mod esențial. De aici rezultă că stelele legate genetic între ele trebuie să formeze subsisteme cu o distribuție egală a vitezelor. Întrucît stelele care fac parte din ramurile supragigantelor și gigantelor, precum și din partea superioară a seriei principale intră în subsistemele plane, stelele din partea a doua a seriei principale intră în subsistemele intermediare, iar subpiticele formează subsistemele sferice, se naște ideea că stelele din aceste grupuri au căi diferite de dezvoltare și, probabil, mecanisme întrucîtva diferite de formare.

2. Abundența în Galaxie a unor sisteme multiple și a grupurilor de stele ne indică posibilitatea apariției lor în grup.

3. În Galaxie, pe lîngă stelele „bătrîne” de genul Soarelui nostru (vîrsta lui este de cîteva miliarde de

¹ Vezi „Marea Enciclopedie Sovietică”, vol. 9, „Universul”, pag. 290—297.

ani), există un mare număr de stele fără îndoială tinere. Vîrsta unor roiuri (și deci și vîrsta stelelor care fac parte din constituția lor) s-a dovedit a fi egală cu sute de milioane de ani. Concluzia cu privire la nestabilitatea asociațiilor stelare a permis să se aprecieze vîrsta lor la aproximativ 10^5 — 10^7 ani. Totodată, unele particularități de structură din asociațiile O (Trapez, lăntișoare) nu pot exista mai mult de $2 \cdot 10^6$ — $3 \cdot 10^6$ ani și sînt formațiuni deosebit de tinere în constituția asociațiilor. Vîrsta obiectelor lui Herbig—Haro, descoperite în asociațiile T, este probabil cu mult mai mică decît 10^6 ani. În afară de aceasta, tinerețea stelelor din asociații își găsește confirmarea în stabilitatea prea mică (în caracterul nestaționar) a stelelor care fac parte din constituția lor: vîrsta limită a stelelor de tipul O este de cel mult 10^7 ani, iar vîrsta unor alte tipuri de stele din asociații este de circa 10^5 ani. În ceea ce privește vîrsta nebuloaselor pe care le observăm în Galaxie, nici ea nu poate fi prea mare: nebuloasa trebuie să se disperseze în spațiu într-un timp de ordinul a cîtorva milioane de ani.

4. Merită cea mai mare atenție fenomenul emisiei continue în spectrele unor stele vădit tinere, precum și ale nebuloaselor în formă de comete și ale radionebuloaselor.

5. Nebuloasele sînt deseori legate de stele, în așa fel încît se naște ipoteza legăturii lor genetice: a) nebuloasele difuze se asociază deseori cu una sau cîteva stele fierbinți O — B și cu asociații O, b) stelele de tipul T din Taurul se întîlnesc deseori în nebuloasele difuze, asociindu-se cu formațiunile cometare, c) unele asociații conțin nebuloase simetrice cu masă mare, se dilată cu viteze de același ordin ca și grupurile stelare din asociații.

6. Diagrama lui Hertzsprung — Russell arată în mod concret că în natură nu se întîlnesc toate combinațiile imaginabile de mase, raze și luminozități ale stelelor (în acest caz, stelele ar fi dispuse pe diagramă în mod haotic), ci numai unele dintre ele cărora le corespund diferite serii. Arătînd dezvoltarea legăturii dintre caracteristicile stelare, diagrama permite să se stabilească și legăturile genetice ale stelelor. Ea pune în lumină procesele dezvoltării stelelor de diferite tipuri.

7. În sfârșit, trebuie să subliniem că unele din stadiile de dezvoltare a stelelor sînt legate de caracterul general nestaționar al stelei. În aceste stadii există, neîndoielnic, trecerea stelei dintr-o stare într-alta.

4. METAGALAXIA

Privire generală Galaxia noastră este una din „insulele” Metagalaxiei, sistemul care are ca parte componentă Universul „astronomic”. În prezent cunoaștem peste 1 miliard de alte galaxii, care constituie sisteme în genere asemănătoare cu sistemul nostru. Galaxiile au structură diferită și dimensiuni diferite. Distanțele dintre ele formează în medie circa 500 000 de parseci. Spațiul intergalactic nu este vid, el este umplut cu un mediu extrem de rarefiat și conține, de asemenea, stele „expulzate” din galaxii.

a) Elementele constitutive ale Metagalaxiei

Galaxiile Cunoscutul cercetător al Metagalaxiei astronomul american E. Hubble (1889—1953) împărțea galaxiile în trei tipuri principale: eliptice, spirale și neregulate.

Galaxiile eliptice (fig. 23) seamănă ca înfățișare cu un disc, forma lor variind între cea a unei sfere regulate și cea a unui bob de lințe turtit. În ele nu se observă de obicei nici un fel de detalii vizibile de structură.

Galaxiile spirale (fig. 24) sînt formate de obicei dintr-un nucleu de formă aproximativ sferică și dintr-o parte exterioară mai plată în care se văd brațele spirale.

Galaxiile neregulate se caracterizează prin

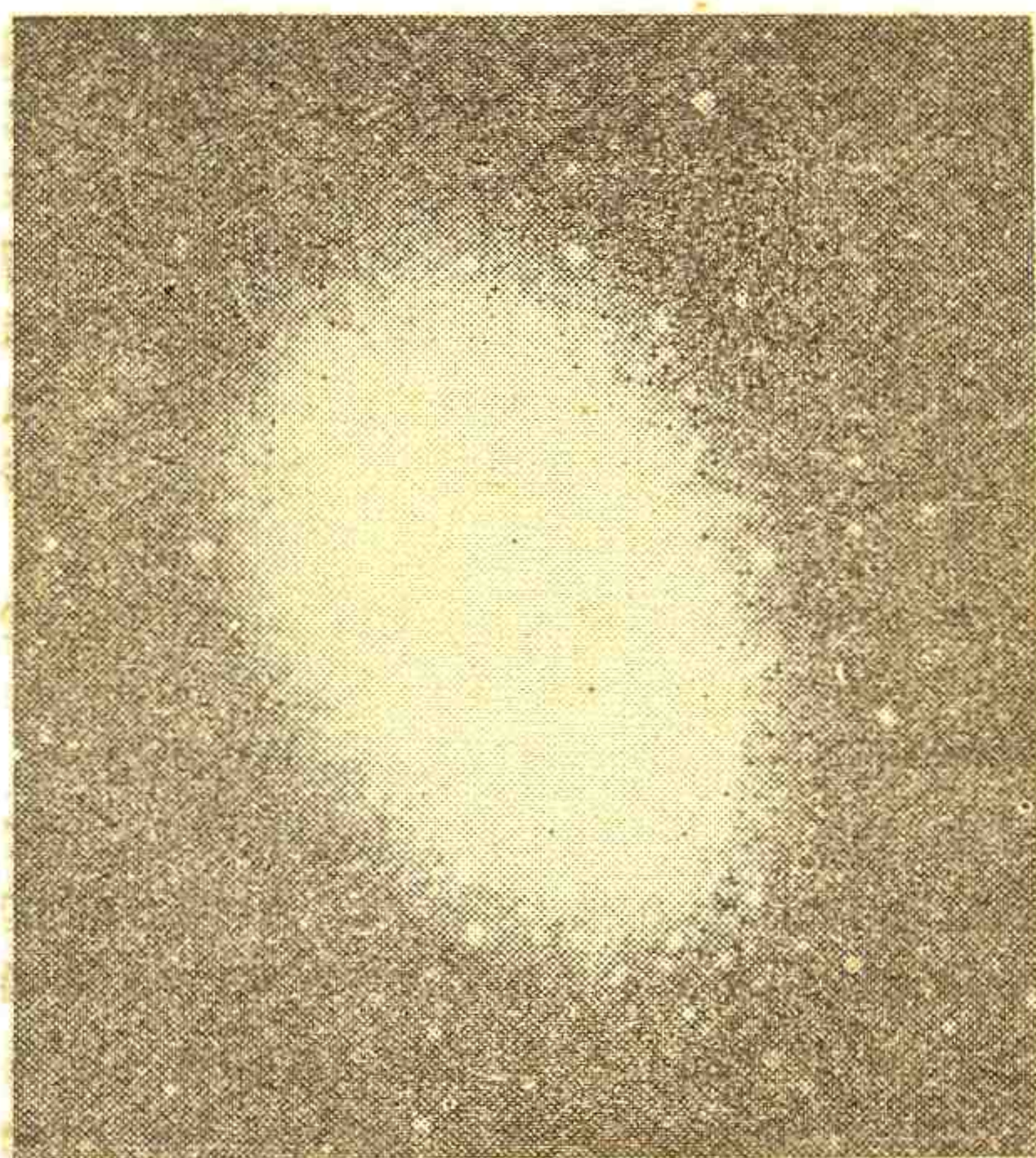


Fig. 23 — Galaxia eliptică NGC 147 din constelația Andromeda (NGC 147 este numărul obiectului după „Noul catalog general” al lui Dreyer).



Fig. 24 — Galaxia spirală M 51 din constelația Cîinilor de vînătoare.

absența unor forme determinate, dar majoritatea lor sînt întrucîtva turtite.

Dimensiunile galaxiilor diferă, galaxiile spirale avînd dimensiuni mai mari decît cele eliptice. Diametrul Galaxiei din constelația Andromedei este egal cu 40 000 de parseci, adică este ceva mai mare decît al Galaxiei noastre. Galaxia din constelația Triunghiului are un diametru de numai 7 000 de parseci.

Numărul de stele din galaxii variază între 10^7 și 10^{12} , iar masele lor sînt evaluate între 10^{42} și 10^{45} g (10^9 — 10^{12} mase solare). Predomină galaxiile de dimensiuni mici și cu masă mai mică.

În împrejurimile Galaxiei noastre au fost descoperite galaxii sferice „pitice” de tipul *Sculptorului*, foarte rarefiate și comparativ sărace în stele.

Principalele tipuri ale „populației” galaxiilor. În 1924—1926, E. Hubble „a descompus” în stele separate părțile exterioare ale nebuloasei spirale din constelația Andromedei și din alte două nebuloase, demonstrînd prin aceasta că ele reprezintă sisteme stelare gigantice, asemănătoare Galaxiei noastre. În 1944—1945, W. Baade „a descompus” în stele nucleul galaxiei Andromedei și a stabilit că galaxiile eliptice sînt formate de asemenea din stele, fără nici un fel de urme de gaze și pulberi. Dar în ultimii ani, B. A. Voronțov-Veliaminov a ajuns la concluzia că pulberea și mai ales gazul nu sînt cîtuși de puțin o raritate, cel puțin în unele galaxii eliptice. Galaxiile neregulate conțin, în afară de stele, multe gaze.

În 1944 Baade a obținut o diagramă spectru-luminozitate pentru stelele strălucitoare ale nucleului galaxiilor Andromedei și Triunghiului și a dezvăluit că partea su-



Fig. 25 — Galaxia spirală M 101 din constelația Ursa Mare. În ea sînt bine vizibile asociațiile stelare (după o fotografie obținută la Observatorul de astrofizică din Biurakan).

perioară a acestei diagrame coincide cu diagrama pentru stelele roiurilor globulare din Galaxia noastră. Dar diagrama spectru-luminozitate pentru stelele din împrejurimile Soarelui are o înfățișare cu totul diferită. De aici Baade a ajuns la împărțirea „populației” galaxiilor în



Fig. 26 — Partea centrală a radiogalaxiei Fecioara A. (NGC 4486).

două tipuri : populația de tipul I se găsește numai în brațele spirale ale galaxiilor ; stelele de acest tip sînt întotdeauna amestecate cu stele ce aparțin populației de tipul II. Populația de tipul II este caracteristică pentru galaxiile eliptice. În genere, populația stelară a galaxiilor spirale se aseamănă cu populația Galaxiei noastre. Galaxiile neregulate sînt alcătuite numai din populație de tipul I.

În unele galaxii foarte apropiate au fost descoperite asociații stelare asemănătoare cu asociațiile stelare din Galaxia noastră (fig. 25). Această remarcabilă descoperire aparține lui G. A. Șain și V. F. Gaze.

Radiogalaxiile. În afară de radiația optică, la galaxii s-au descoperit emisii de unde radio, dar ele sînt de obicei slabe. Există totuși galaxii care emit deosebit de intens unde radio : capacitatea lor de radioemisie este de sute de mii și chiar de milioane de ori mai mare decît cea a galaxiilor obișnuite. Se cunosc cîteva tipuri de radiogalaxii. Unele, de pildă radiogalaxiile Lebăda A, Perseu A, reprezintă perechi de galaxii „suprapuse” parcă una peste alta. Altele, de pildă Fecioara A, conțin în partea centrală expulsi sau suvoiuri (fig. 26) a căror luminozitate este comparabilă cu luminozitatea nucleelor de galaxii. Spectrele expulsiilor sînt acoperite de o emisie continuă.

Galaxiile albastre. V. A. Ambartsumian și colaboratorii lui au descoperit galaxii de culoare albastră, care sînt sateliți ai unor galaxii eliptice. Radiația lor are, probabil, de asemenea o natură necalorică și este condi-

ționată de o emisie continuă. Judecînd după multe date, aceste galaxii trebuie să fie deosebit de tinere¹.

Materie Intergalactică Spațiul intergalactic este plin de o materie gazoasă extrem de rarefiată, care emite unde radio perceptibile. Între diferitele galaxii există „treceri” sau „punți de legătură” formate din stele extragalactice. În sfîrșit, în spațiul intergalactic există multe stele „expulzate” din sistemele lor stelare.

b). Structura și dinamica Metagalaxiei

Neomogenitate extremă Potrivit lucrărilor lui F. Zwicky, J. Neuman, E. Scott și K. Schein, marea majoritate a galaxiilor intră în componența unor grupuri sau roiuri, în timp ce galaxii izolate sînt foarte puține. Distribuția spațială extrem de neomogenă a elementelor sale constitutive este o trăsătură caracteristică a structurii Metagalaxiei.

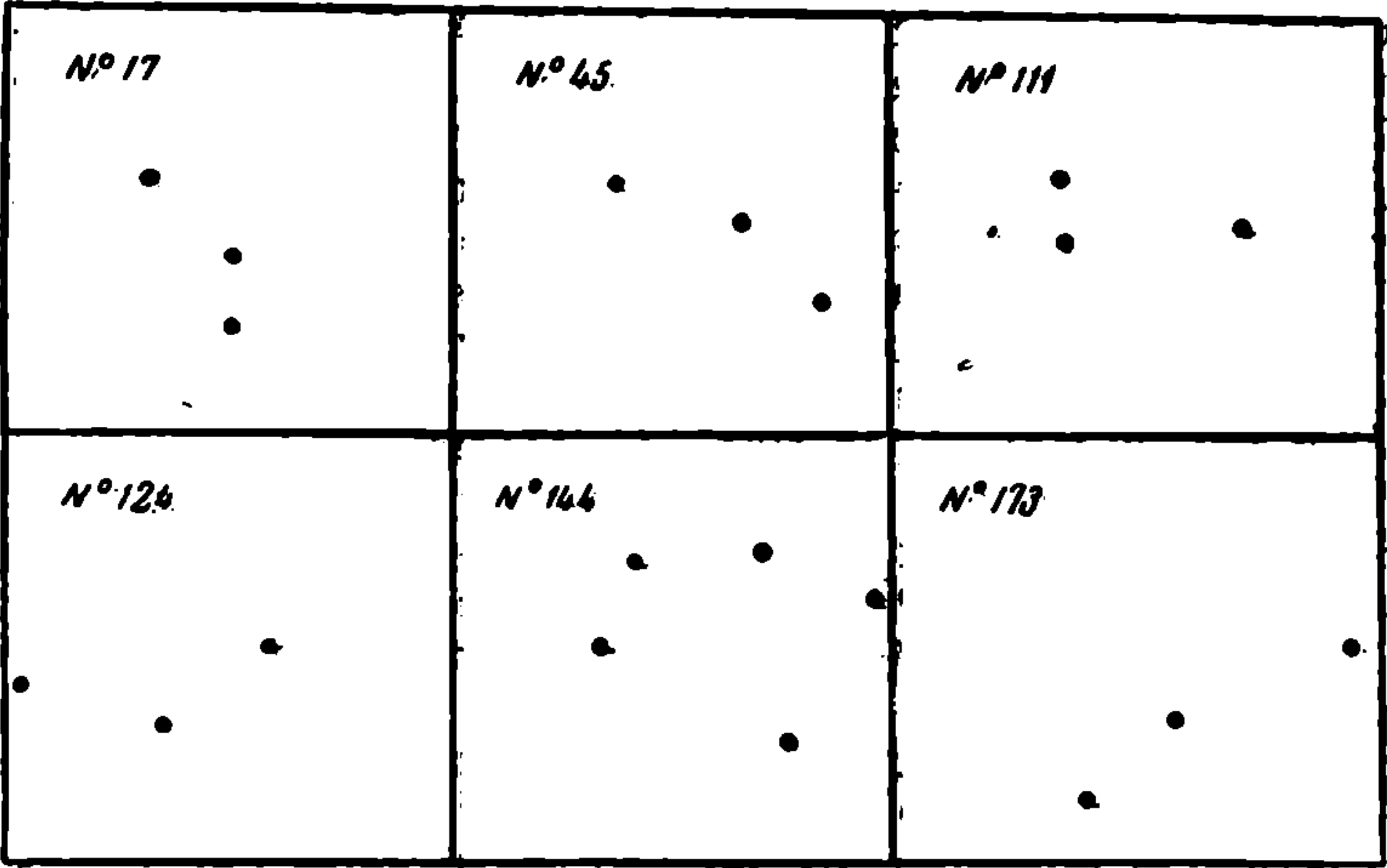


Fig. 27 — Configurațiile galaxiilor multiple după catalogul Holmberg.

¹ V. A. Ambarzumian, R. K. Sahbazian : „Expulsiile albastre și sateliții galaxiilor eliptice”, în „Rapoartele Academiei de Științe a R.S.S. Armene”, vol. 25, 1957, pag. 185—192 ; „Obiectele albastre din jurul galaxiilor eliptice”, în „Rapoartele Academiei de Științe a R.S.S. Armene”, vol. 26, 1958, pag. 277—279.

Sisteme multiple de galaxii

Galaxiile formează adesea grupuri duble și multiple (cu dimensiuni de 10 000—50 000 de parseci). Galaxia noastră, de pildă, are doi sateliți, Marele și Micul Nor al lui Magellan, care sînt respectiv la distanța de 38 000 și 36 000 de parseci față de ea. În afară de aceasta, Galaxia este înconjurată de cîteva sisteme subpitice de tipul Sculptorului. Galaxia din constelația Andromedei este, de asemenea, un sistem multiplu din cinci obiecte. V. A. Ambartsumian a menționat că mai mult de jumătate din galaxiile multiple amintesc sisteme de tipul Trapezului (fig. 27). Printre galaxiile multiple sînt comparativ puține sisteme de tip obișnuit (amintim că printre stele ele sînt predominante).

Galaxiile în interacțiune și întrepătrundere

De multă vreme s-au descoperit sisteme de galaxii îmbinate prin punți de legătură sau filamente de grosime diferită. Dar aceste observații au fost date uitării, și numai în ultimii 10—15 ani Zwicky a atras din nou atenția asupra lor. B. A. Voronțov-Veliaminov¹ a făcut cercetări minuțioase asupra cîtorva sute de galaxii duble și multiple care au punți de legătură, cozi, umflături, vădesc o denaturare reciprocă a formei sau sînt cufundate într-un mediu comun luminescent. Asemenea galaxii au fost numite de B. A. Voronțov-Veliaminov galaxii în *interacțiune* (fig. 28). Multe dintre ele se și *întrepătrund*: ele pătrund parțial una în alta, și în spațiu stelele lor sînt amestecate.

Cel mai frecvent este cazul interacțiunii în condițiile căreia o galaxie distruge parcă printr-o forță de respingere structura spirală a celeilalte, această distrugere fiind cu mult mai puternică în partea care-i este cea mai apropiată.

Punțile de legătură luminoase dintre galaxii depășesc uneori de multe ori ca dimensiuni galaxiile pe care le leagă. În multe cazuri, punțile de legătură sînt continuarea structurii spirale. B. A. Voronțov-Veliaminov a descoperit un lanțisor din cinci galaxii „înșirate” pe o punte de legătură comună. Uneori, din galaxiile apro-

¹ B. A. Voronțov-Veliaminov : „Interacțiunea galaxiilor”, în „Lucrările celei de-a șasea consfătuiri în problemele de cosmogonie”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1959, pag. 19—40.

piate una de alta se desprind cozi luminoase lungi, „antene”. Mulțimea de sisteme multiple care se află în contact este cufundată uneori într-o „ceață” comună.

B. A. Voronțov-Veliaminov a arătat că și punțile de legătură, și cozile sînt formate din stele fierbinți, gaze și pulberi. Punțile de legături dintre galaxiile

eliptice sînt formate numai din stele care aparțin, ca și aceste galaxii înseși, populației de tipul II.

Sistemul local de galaxii

Galaxia noastră împreună cu norii lui Magellan, galaxia din Andromeda și încă 9 sisteme fac parte din sistemul local de galaxii, care nu este mare ; după cum spun astronomii, acesta este un grup „sărac” de galaxii.

Roiuri bogate de galaxii

Dar există roiuri gigantice, așa-numitele roiuri „bogate” de galaxii, alcătuite din multe mii de obiecte. Roiul din constelația Fecioarei este alcătuit din 3 000 de galaxii, roiul din Părul Berenicei este format din 10 000 de galaxii (fig. 29). Dimensiunile roiurilor „bogate” variază între 1 milion și 3 milioane de parseci.

După cum au arătat astronomul francez G. de Vaucouleur, astronomii americani soții Burbidge și alți astronomi, unele roiuri de galaxii se află în stare de expansiune și destrămare.

Supragalaxia

În 1951—1952, G. de Vaucouleur a descoperit că Sistemul local face parte dintr-un suprasistem local de galaxii (supragalaxie), care cuprinde majoritatea galaxiilor strălucitoare și multe mii de galaxii mai slabe.

Supragalaxia este un sistem foarte turtit. Diametrul ei este de 30—40 de megaparseci. Sistemul local se află



Fig. 28 — Galaxiile în interacțiune numite de B. A. Voronțov-Veliaminov „Subțiori”. Este vizibilă puntea de legătură și coada.

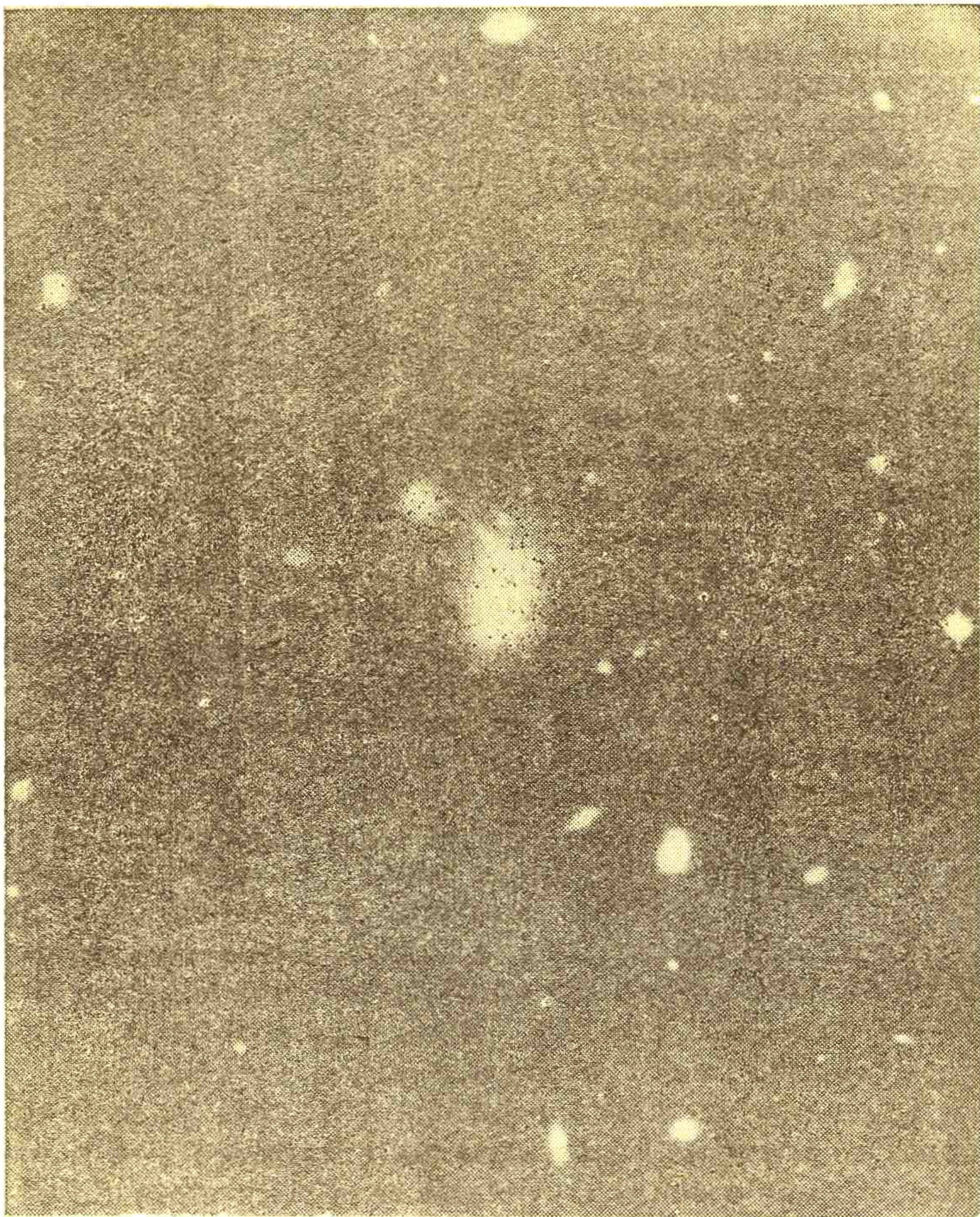


Fig. 29 — O parte a roiului de galaxii din constelația Părul Berenicei.

în apropierea marginii suprasistemului și nu departe de planul lui ecuatorial. În constituția suprașalaxiei intră mii sau zeci de mii de galaxii. Pentru structura ei este caracteristică neomogenitatea: existența multor roiuri și sisteme de ordin inferior. Roiul Fecioarei constituie

condensarea centrală a supragalaxiei. O supragalaxie analogă, de dimensiuni întrucâtva mai mici, a fost descoperită în emisfera sudică a cerului.

**Despre procesele
de dezvoltare
în Metagalaxie**

Să enumerăm datele principale care ne indică direct caracterul proceselor de dezvoltare care au loc în Metagalaxie.

1. Existența galaxiilor multiple, printre care predomină sistemele de tip Trapez, demonstrează că galaxiile se formează în grupuri și că acest proces continuă în vremea noastră.

2. Radiogalaxiile și galaxiile albastre, care sînt, fără îndoială, tîmere, ne atestă că primele stadii de dezvoltare ale galaxiilor sînt extrem de nestaționare.

3. Expulzările din nuclee, precum și puternica eliberare de gaze din nucleul Galaxiei noastre, în care nu pot fi multe gaze, atestă posibilitatea existenței în nuclee a unor corpuri supradense a căror dezagregare duce la fenomenele observate.

Unele particularități ale proceselor de dezvoltare în Metagalaxie devin clare din studiul efectului „deplasării spre roșu”.

**„Deplasarea
spre roșu” și
interpretarea ei**

În 1914, astronomul american Slipher a descoperit că liniile spectrelor tuturor galaxiilor (cu excepția câtorva mai apropiate) sînt deplasate

spre extremitatea roșie în comparație cu poziția lor normală. E. Hubble a stabilit în 1930 că „deplasarea spre roșu” este direct proporțională cu distanța galaxiei față de noi: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = Hr$, unde r este distanța galaxiei, iar

H — constanta „deplasării spre roșu”. În 1956, astronomii americani Humason, Mayall și Sandage au publicat bilanțul rezultatelor măsurătorilor asupra efectului „deplasării spre roșu” pentru multe sute de galaxii și cîteva zeci de roiuri. Existența „deplasării spre roșu” și proporționalitatea ei cu distanța au fost confirmate cu o mare precizie, dacă se poate vorbi despre deplasare la galaxiile aflate la o anumită distanță.

„Deplasarea spre roșu” se observă și în radiodiapazon. I. S. Șklovski a ajuns la concluzia existenței „deplasării spre roșu” pentru emisiunile de unde radio ale

galaxiilor îndepărtate, pe baza unor considerații teoretice.

După cum se știe, deplasarea liniei spectrale, dacă este proporțională cu lungimea de undă, ne dovedește mișcarea sursei de lumină de-a lungul razei vizuale (efectul Doppler). Dacă liniile sînt deplasate spre zona violetă a spectrului, sursa se apropie de noi, dacă sînt deplasate spre zona roșie, înseamnă că ea se îndepărtează de noi, deplasarea fiind cu atît mai mare cu cît este mai mare viteza sursei de lumină. Viteza îndepărtării poate fi definită ca $v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, în care c este viteza luminii.

Descoperirea „deplasării spre roșu” în spectrele galaxiilor este o dovadă că galaxiile îndepărtate se îndepărtează de noi cu viteze aproximativ proporționale cu distanțele lor. Cînd distanța sporește cu un megaparsec, viteza crește cu $H = 75$ km/sec. În ultimii ani au fost descoperite galaxii „care zboară” cu o viteză de 120 000 km/sec. Există temeuri să considerăm că viteza crește și atunci cînd se mărește în continuare distanța.

Aceasta duce inevitabil la concluzia expansiunii Metagalaxiei.

5. BAZELE DE OBSERVAȚIE ALE COSMOGONIEI CONTEMPORANE

Am expus rezultatele observațiilor care prezintă cel mai mare interes pentru cosmogonia contemporană, acordînd atenția principală acelor particularități ale sistemelor cosmice și acelor procese de la analiza cărora trebuie să pornească, după părerea noastră, orice concepție cosmogonică sau pe care aceasta trebuie să le ia neapărat în considerație. După cum se poate remarca, caracterul acestui material empiric este întrucîtva diferit în cazul unor sisteme de proporții diferite.

În domeniul cosmogoniei sistemului solar, cercetătorul dispune atît de un material structural destul de vast privind caracteristicile elementelor constitutive ale sistemului solar, cît și de un material istoric considerabil (rezultatele observațiilor asupra proceselor nestăționare în atmosferă și pe suprafețele corpurilor planetare și mai

ales în complexul corpurilor mici — comete, asteroizi, meteoriți, materie meteorică ; rezultatele geologiei istorice și geofizicii). Acest material privește diferitele elemente constitutive ale sistemului solar, legăturile dintre ele (de pildă legăturile dintre complexul corpurilor mici și planete), legile generale ale sistemului solar. Totuși, el mai are, fără îndoială, lacune. Trebuie să menționăm în mod deosebit că sîntem lipsiți de posibilitatea de a cerceta alte sisteme planetare, deși știm despre existența lor. Cercetarea altor sisteme planetare, care se află în diferite faze de dezvoltare, ar ajuta foarte mult, firește, specialistului în cosmogonie la obținerea de concluzii sigure, dar el este nevoit să analizeze, din păcate, un obiect care ne este dat numai „într-un singur exemplar”.

În domeniul cosmogoniei stelare, cercetătorul dispune de un material empiric incomparabil mai vast decît cel pe care îl are la dispoziție specialistul în cosmogonie care studiază procesele de dezvoltare a planetelor. Noi avem o mulțime de date factice despre elementele constitutive ale Galaxiei (stele de cele mai diferite tipuri, materie difuză în diferitele ei forme, cîmpuri magnetice și electrice), despre legăturile dintre ele (grupuri stelare, roiuri, subsisteme, legătura stelelor cu nebuloasele etc.), despre Galaxie ca sistem. În genere, acestea sînt date de structură, adică date despre obiectele care se află practic în aceeași stare, dar în unele cazuri sînt accesibile nemijlocit observației tot felul de procese nestaționare, care ne dau posibilitatea să obținem informații cu caracter istoric, ce-i drept pentru intervale extrem de scurte de timp (novele și supranovele, nebuloasele cometare, nebuloasa Crabului etc.).

Pentru cosmogonia stelară este de cea mai mare importanță materialul empiric : 1) despre neomogenitățile din distribuția spațială a elementelor constitutive ale Galaxiei ; 2) despre obiectele de tipuri fizice asemănătoare, care se află în stadii diferite de dezvoltare ; 3) despre elementele constitutive ale Galaxiei care se află în stadii de cotitură ale dezvoltării (obiecte nestaționare) : stele variabile, gigante fierbinți care „expulzează” materie, nebuloase gazoase-pulverulente care nu au configurații stabile, grupuri nestabile de stele (de pildă aso-

ciațiile stelare, unele roiuri stelare deschise, sisteme de tipul Trapez Orion, lanțisoare stelare etc.). Deși diferitele elemente constitutive ale Galaxiei sînt observate de noi în majoritatea cazurilor în aceeași stare, cercetarea lor duce la concluzii cosmogonice fundamentale.

În domeniul cosmogoniei galaxiilor, cercetătorul este lipsit de posibilitatea de a folosi vreun material istoric, în schimb el dispune de un material structural extrem de interesant despre distribuția în spațiu a galaxiilor, despre galaxiile în interacțiune și întrepătrundere etc., paralel cu faptul de o uriașă însemnătate al expansiunii MetaGalaxiei.

Acestea sînt particularitățile materialului factic care servește în cosmogonia actuală ca bază pentru concluziile privitoare la procesele de dezvoltare a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive.

CONCEPȚII COSMOGONICE CONTEMPORANE

În ce mod sînt folosite diferitele procedee de cercetare a proceselor dezvoltării la rezolvarea problemelor cosmogonice concrete ?

Vom analiza această problemă separat cu privire la cosmogonia sistemului solar, la cosmogonia stelară și la cosmogonia galaxiilor. Este foarte evident caracterul convențional al unei asemenea împărțiri : de fapt, formarea corpurilor planetare are loc într-un proces unic cu formarea stelelor, cosmogonia stelară este strîns legată de problemele cosmogoniei galaxiilor și de dezvoltarea Metagalaxiei în ansamblu. Totuși, cosmogonia sistemului solar s-a dezvoltat, în fond, vreme îndelungată izolat de cosmogonia stelară, și această ruptură nu a fost lichidată în întregime nici astăzi. În afară de aceasta, deși tocmai de la cosmogonia stelară trebuie să ne așteptăm la rezolvarea problemei privind natura materiei din care s-au format planetele, unele probleme referitoare la dezvoltarea corpurilor planetare, după formarea acestora, pot fi rezolvate fără a se recurge la alte capitole ale cosmogoniei, pe baza analizei stării actuale a acestor obiecte. În ceea ce privește cosmogonia galaxiilor, acest capitol al științei a devenit de-abia recent un domeniu al cercetărilor concrete. În sfîrșit, este destul de importantă și împrejurarea că aplicarea diferitelor procedee de cercetare își are specificul său în cosmogonia sistemului solar, în cosmogonia stelară și în cosmogonia galaxiilor. După părerea noastră, cele expuse ne dau temeiul să considerăm pe deplin justificată împărțirea pe care am făcut-o.

1. COSMOGONIA SISTEMULUI SOLAR

Observații generale Majoritatea cercetătorilor care lucrează în domeniul cosmogoniei sistemului solar caută să construiască o ipoteză sau alta mai ales pe baza cercetării stării actuale a sistemului de planete : a legilor generale ale mișcării planetelor, a legii distanțelor dintre planete, a faptului împărțirii planetelor în două grupuri, a particularităților distribuției momentului cinetic între planete și Soare. Dar „urmele” trecutului după care ar putea fi reconstituite procesele dezvoltării sistemului solar s-au „șters” atât de mult și sînt atât de „încurcate”, încît cercetarea particularităților „de structură” numai ale sistemului plănetar nu a dus deocamdată la concluzii sigure cu caracter cosmogonic. De aici absența în cosmogonia sistemului solar nu numai a unei concepții general acceptate, ci chiar și a unor concepții care să se bucure de o recunoaștere cît de cît generală. Această situație se explică într-o măsură însemnată și prin abordarea nejustă, după părerea noastră, a rezolvării problemelor de cosmogonie a sistemului solar. În acest capitol al cosmogoniei nu există aproape concepții care să aparțină orientării care se bazează pe observație. Dimpotrivă, reprezentările ce se discută în prezent sînt, în majoritatea lor, clasice, adică speculative. Pe de altă parte, după părerea noastră, concluzii anticipative cu caracter cosmogonic pot fi trase pe baza studierii proceselor dezvoltării în complexul corpurilor mici ale sistemului solar și pe baza cercetării legăturii acestui complex cu planetele mari. Informații deosebit de interesante privind istoria sistemului solar pot fi obținute prin cercetarea proceselor nestaționare care au loc în el. Procesele nestaționare sînt acelea care ne permit să stabilim direcția, caracterul și ritmul de dezvoltare a elementelor constitutive ale sistemului solar.

Să analizăm, în primul rînd, cele mai cunoscute ipoteze privind cosmogonia sistemului solar, iar apoi să trecem la punctul de vedere care, după părerea noastră, corespunde cel mai mult stării reale de lucruri.

a) Cosmogonia sistemului planetar

Concepții nebulare

Ipotezele contemporane privind cosmogonia sistemului solar sînt le-

gate în cea mai mare parte de concepțiile nebulare. Pentru ele este caracteristică tendința de a dezvolta și de a perfecționa ipotezele lui Kant și Laplace¹.

Ipoteza lui Kant (1755) constă în aceea că sistemul solar s-a format din materie difuză sub acțiunea unor cauze mecanice. Din cauza atragerii de către particulele mai dense a altor particule, norul primar s-a destrămat într-o sumă de condensări locale. În centrul norului s-a concentrat cea mai mare parte a masei sale. Ea a crescut treptat pe seama particulelor vecine pe care le atrăgea și, în cele din urmă, aici s-a format Soarele. Norul protoplanetar care înconjura Soarele a dobîndit o mișcare de rotație și s-a turtit, căpătînd treptat forma de disc. Diferite condensări locale de particule din norul protoplanetar se măreau, ciocnindu-se cu condensările vecine și anexîndu-le pe acestea ; din aceste condensări s-au format în cele din urmă planetele și sateliții lor.

În 1796, Laplace și-a emis vestita ipoteză care a fost aproape unanim adoptată în cursul întregului secol trecut. Formarea planetelor se explică, după Laplace, prin separarea succesivă de inele din atmosfera rarefiată în rotație rapidă a Soarelui primar, care se întindea dincolo de hotarele actuale ale sistemului planetar, și prin ruperea acestor inele în condensări izolate care, căpătînd o formă sferică, s-au transformat în planete. Pe o cale asemănătoare au apărut și sateliții planetelor.

Principala obiecție împotriva ipotezei lui Laplace era că ea nu a fost în stare să explice distribuția momentului cinetic între Soare și planete. Dacă această ipoteză ar fi fost justă, Soarele s-ar roti considerabil mai repede decît se rotește în realitate și ar avea un moment cinetic egal cu cel al planetelor. În realitate, după cum s-a mai arătat, el are numai 2% din momentul cinetic al sistemului solar, iar planetele — 98%. Împotriva ipotezei lui Laplace au fost enunțate și alte obiecții care au dat

¹ Despre ipotezele lui Kant și Laplace vezi culegerea „Ipoteze cosmogonice clasice”, Editura de stat, Moscova, 1923, pag. 33—69.

naștere unor încercări numeroase de a o înlocui cu alte ipoteze nebulare.

În 1943—1947, astrofizicianul german K. Weizsäcker¹ a emis ipoteza că Soarele a fost cîndva înconjurat de un nor de gaze și pulberi în formă de disc, în care au apărut mișcări turbulente (vîrtejuri). Vîrtejurile efectuau o mișcare de revoluție în jurul Soarelui, formînd un sistem de inele uriașe. În locuri strict determinate, între marile vîrtejuri au apărut vîrtejuri mici. Ele au creat condensări din care, prin absorbirea substanței înconjurătoare, au apărut planetele. Toată această construcție complicată îi era necesară lui Weizsäcker pentru a explica legea distanțelor planetare. Weizsäcker explică momentul cinetic mare al planetelor printr-un transfer, pe calea fricțiunii turbulente, a momentului inițial crescut al Soarelui către periferia nebuloasei.

Ipoteza lui Weizsäcker era îmbrăcată într-o „eleganță” formă matematică. În ea se aplicau pe scară largă rezultatele fizicii teoretice moderne. Și, cu toate acestea, ea nu s-a menținut în știință din cauza caracterului extrem de artificial al premiselor de bază. Artificiale sînt, de pildă, premisele privitoare la cauzele după care în nebuloasa primară au apărut vîrtejurile, privitoare la dispoziția sistemelor de vîrtejuri, la numărul lor etc. Această ipoteză reprezintă un exemplu viu de schemă speculativă, subiectivă.

G. Kuiper² dezvoltă, începînd din 1949, o ipoteză cosmogonică care a fost puternic influențată de ideile lui Weizsäcker. El consideră că Soarele a apărut în urma comprimării nebuloasei primare formate din gaze și pulberi și că în același proces s-a format norul proto-planetar. După Kuiper, în micile vîrtejuri intermediare nu putea avea loc procesul de condensare a substanței, și planetele trebuie să se fi format mai curînd din vîrtejurile mari. Dar, în acest caz, planetele s-ar fi rotit inevitabil în jurul axei în sens invers celui pe care îl observăm. Legea distanțelor planetare oglindește, potrivit ipotezei lui Kuiper, caracterul distribuției densității

¹ Vezi „Zeitschrift für Astrophysik”, vol. 22, 1944, pag. 319 ; vol. 24, 1947, pag. 204.

² Vezi cartea lui J. Hynek : „Astrophysics”, New York, 1951, pag. 357—424 ; „Vistas in Astronomy”, 1956, pag. 1 631—1 666.

substanței în nebuloasa primară. Procesul de condensare trebuia să fi dus la formarea în nebuloasă a unor „protoplanete” masive. Planetele din zilele noastre prezintă numai niște rămășițe infime ale acestor protoplanete : cea mai mare parte a masei lor a fost „împrăștiată” de radiația corpusculară intensă a Soarelui. Cercetările ulterioare au arătat totuși că formarea unor asemenea „protoplanete” potrivit schemei propuse de Kuiper este, evident, cu neputință.

F. Whipple¹ a emis în 1948 o ipoteză potrivit căreia sistemul solar s-a format în urma condensării globulei pulverulente în care au avut loc mișcări turbulente. Din masă de bază a particulelor s-a format Soarele, care, în urma compresiunii ulterioare, a devenit un corp ce radiază, iar din șuvoaiele de substanță care aveau un moment cinetic considerabil și care din această cauză nu au căzut pe Soare au apărut planetele. După părerea lui Whipple, sistemele de sateliți s-au format încă în stadiul protoplanetar de dezvoltare a globulei. Sateliții retrograzi au fost captați de planete. Această ipoteză este prea puțin întemeiată atât în premisele sale inițiale, cât și în explicarea particularităților actuale ale sistemului planetar.

În 1943, academicianul sovietic O. I. Șmidt a prezentat ipoteza sa asupra originii sistemului solar², ipoteză care a fost ulterior prelucrată de el și de colaboratorii lui (G. F. Hilmî, V. S. Safronov și alții), precum și de A.I. Lebedinski și L.E. Gurevici.

Potrivit părerii lui O. I. Șmidt, planetele s-au format din norul de materie difuză (în genere din pulberi) captată de Soare în cursul mișcării lui în Galaxie. Ipoteza „captării” era necesară pentru a explica surplusul de moment cinetic la planete în comparație cu Soarele : este limpede că norul își avea propriul său moment cinetic, care-l putea depăși considerabil pe cel solar. După

¹ Vezi „Scientific American” din mai 1948, pag. 35—45.

² O. I. Șmidt : „Patru prelegeri privind teoria originii Pământului”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1949, ediția a II-a, 1950 ; ediția a III-a, 1957. Vezi și „Lucrările primei consfătuiri în problemele de cosmogonie”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1951.

cum au arătat calculele făcute mai ales de A. I. Lebedinski și L. E. Gurevici¹, dezvoltarea norului din jurul Soarelui putea duce la formarea unor planete cu acele particularități de mișcare pe care le observăm în prezent. Motorul acestui proces este, după părerea lui O. I. Šmidt, pierderea treptată de energie de către particulele norului protoplanetar în urma ciocnirilor dintre ele. Mișcarea haotică a particulelor s-a organizat treptat, ele au dobândit cu precădere o mișcare în jurul Soarelui în același sens pe orbite de formă aproximativ circulară, înclinate cu unghiuri foarte mici unele față de altele. Componenta pulverulentă a norului s-a condensat și norul s-a transformat într-un disc plat cu o densitate crescută. Condensarea norului a făcut să crească frecvența ciocnirilor dintre particulele ce-l alcătuiau. După atingerea unei valori critice a densității, norul nu a putut să se mențină în starea precedentă : sub acțiunea forțelor gravitaționale, în el a început o intensă formare de condensări cu mase de ordinul maselor asteroizilor. Condensările au fost, la rîndul lor, nevoite să se ciocnească între ele și, în cele din urmă, ciocnindu-se și unindu-se din nou, să se contopească într-un număr mic de corpuri mari — planetele. Aceste procese trebuie să fi avut loc, potrivit ipotezei lui O. I. Šmidt, cu participarea nemijlocită a Soarelui. În părțile mai apropiate de Soare ale norului, unele firicele, sub influența presiunii luminoase, cădeau pe Soare, iar altele erau îndepărtate ; gazele înghețate din componența particulelor solide se evaporau din cauza încălzirii de către razele solare. Dimpotrivă, în părțile îndepărtate de Soare ale norului, procesele menționate nu numai că lipseau, dar avea loc o continuă „înghețare” a gazului în firicelele de praf, așa încît norul nu era aici transparent pentru razele solare, și de aceea era suficient de rece. Așadar, în apropierea Soarelui se puteau forma numai planete mici din grupul Pămîntului, iar la depărtare de el existau condițiile pentru formarea planetelor gigante. După părerea lui O. I. Šmidt, Pămîntul și celelalte planete nu au fost niciodată corpuri incandescente. Apărut în urma acumulării de particule

¹ L. E. Gurevici și A. I. Lebedinski : „Despre formarea planetelor”, „Buletinul Academiei de Științe a U.R.S.S.”, seria fizică, vol. 14, nr. 6, 1950, pag. 765—799.

reci, Pământul se încălzea treptat pe seama degajării de căldură cu prilejul dezagregării elementelor radioactive. După ce, din pricina încălzirii, adâncurile Pământului au devenit destul de plastice, în ele a început diferențierea gravitațională — scufundarea unor regiuni imense mai grele și ridicarea la suprafață a celor mai ușoare. După părerea lui O. I. Șmidt, aceste deplasări continuă și în zilele noastre. Ele sînt legate de formarea de munți și de activitatea vulcanică. După părerea lui, sateliții au apărut într-un proces unic cu planetele, prin intermediul aceluiași mecanism care a dus la apariția planetelor înseși.

Principala însemnătate a lucrărilor lui O. I. Șmidt și ale colaboratorilor lui constă în aceea că ele au atras atenția unui șir de oameni de știință sovietici de diferite specialități asupra problemelor de cosmogonie și au contribuit la dezvoltarea cercetărilor de cosmogonie în țara noastră. În cadrul ipotezei lui O. I. Șmidt s-a reușit să se explice satisfăcător unele particularități ale mișcării planetelor. Totuși, la discuția din 1951 și într-o serie de lucrări publicate după aceea s-au formulat obiecții foarte serioase împotriva ipotezei lui O. I. Șmidt. Mulți astronomi care au luat cuvîntul la prima consfătuire în problemele de cosmogonie au relevat lipsa de maturitate a ipotezei lui O. I. Șmidt. „Este limpede de înțeles de ce s-a întîmplat aceasta — spunea V. V. Sobolev, membru corespondent al Academiei de Științe a U.R.S.S. — Aceasta s-a întîmplat pentru că în elaborarea acestei teorii nu a fost folosită întreaga putere de care dispune în prezent știința sovietică. În speță, nu au fost folosite toate realizările astronomiei și astrofizicii...”¹

Ca una din principalele deficiențe din activitatea lui O. I. Șmidt trebuie considerată îngustimea concepției lui cosmogonice. O. I. Șmidt analizează numai procesul de formare a sistemului solar, și anume numai a planetelor, nu și a Soarelui. Or, problema originii sistemului solar nu poate fi privită izolat de problema originii stelelor și a sistemelor stelare. În afară de aceasta, după cum subli-

¹ Vezi „Lucrările primei consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 278.

nia acad. V. G. Fesenkov ¹, O. I. Šmidt a dat atenție numai părții deductive a construcțiilor sale, tezele inițiale ale ipotezei lui nefiind prin nimic dovedite, nearătându-se nici măcar probabilitatea lor.

Momentul central și trăsătura cea mai originală a ipotezei lui O. I. Šmidt este ideea „captării”. Problema posibilității captării de către Soare a norului întins de materie difuză a provocat la timpul său multe dispute. S-a arătat posibilitatea teoretică a captării în unele cazuri speciale, dar în prezent aproape toți astronomii sînt de acord că Soarele nu putea capta norul protoplanetar apărut independent de el, întrucît probabilitatea unei asemenea captări este infim de mică. O. I. Šmidt nu a renunțat totuși niciodată la ideea „captării”, în timp ce colaboratorii lui propuneau să se analizeze norul protoplanetar existent în jurul Soarelui fără a se pune problema originii lui. Dar în acest caz cade explicația (e adevărat, foarte artificială) a momentului cinetic mare al planetelor, și ipoteza lui O. I. Šmidt nu este în stare să biruie dificultatea principală de care s-au ciocnit pînă în prezent toate celelalte ipoteze în domeniul cosmogoniei sistemului solar. Ipoteza lui O. I. Šmidt nu a putut să explice distanțele legice ale planetelor față de Soare. După cum a arătat G. M. Idlis ², explicația acestei particularități a sistemului planetar în cadrul ipotezei lui O. I. Šmidt vine în contradicție cu distribuția planetelor după masele lor, pe care o observăm. Potrivit ipotezei lui O. I. Šmidt, sateliții trebuie să execute mișcarea de revoluție în jurul planetelor pe orbite aproape circulare, care se află în planuri apropiate de planul ecuatorului planetei. Dar Luna și mulți sateliți ai lui Jupiter, Saturn, Neptun se mișcă în planuri destul de puternic înclinate față de planul ecuatorului planetei. În ipoteza lui O. I. Šmidt rămîne de neînțeles procesul formării Lunii : în timp ce dimensiunile și masele planetelor sînt de obicei de zeci și sute de ori mai mari decît dimensiunile și masele sateliților lor, Pămîntul este numai de 4 ori

¹ Vezi op. cit., pag. 38.

² G. M. Idlis : „Contribuții la problema legii distanțelor planetare”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXIX, partea a 6-a, 1952, pag. 694—707.

mai mare decît Luna în ceea ce priveşte dimensiunea şi numai de 81 de ori în ceea ce priveşte masa.

Este foarte îndoielnică şi presupunerea privind formarea Pămîntului din particule reci de pulberi. Unii savanţi consideră că Pămîntul şi celelalte planete trebuie să fi parcurs în mod obligatoriu stadiul de încălzire puternică a întregii lor substanţe¹. Acest lucru este confirmat de date care indică precis că Pămîntul a avut o temperatură ridicată încă înainte de manifestarea totală a radioactivităţii pe el şi că în dezvoltarea planetei noastre au avut un mare rol nu numai procesele gravitaţionale, ci şi procesele fizico-chimice complexe. Pe de altă parte, argumentele în favoarea Pămîntului la început rece, aduse de unii geologi, nu pot fi privite, se pare, ca atestînd în mod univoc justetea ipotezei lui O. I. Şmidt². Ipoteza lui O. I. Şmidt este speculativă în multe privinţe şi în acea parte a ei care priveşte procesele de dezvoltare a Pămîntului după formarea lui.

O.I. Şmidt îşi compară concluziile despre procesul de dezvoltare a sistemului solar cu datele observaţiilor, presupunînd că în sistemul solar nu s-au produs nici un fel de schimbări esenţiale în ultimele cîteva miliarde de ani. Dar rezultatele cercetării planetelor înseşi, ca şi a corpurilor mici, atestă totala şubrezenie a unei asemenea concepţii.

În sfîrşit, ipoteza lui O. I. Şmidt nu a putut prezice nici o singură particularitate înainte necunoscută a sistemului solar, ceea ce dovedeşte indirect că un şir de teze fundamentale ale acesteia sînt inconsistente.

În opoziţie cu ipoteza lui O. I. Şmidt despre Pămîntul rece, academicianul V. G. Fesenvkov³ a emis ipoteza potrivit căreia Pămîntul, formîndu-se dintr-un nor rece de gaze şi pulberi, a străbătut apoi un stadiu de puternică încălzire. Soarele şi planetele s-au format, după părerea

¹ Vezi G. Jeffreys : „Cu privire la problema originii sistemului solar” în „Voprosi kosmogonii”, vol. VII, Editura Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S., 1960, pag. 6—7 ; V. G. Fesenvkov : „Contribuţii la problema istoriei termice timpurii a Pămîntului”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXIV, partea I, 1957, pag. 105—119.

² Vezi „Lucrările primei consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 135.

³ Vezi V. G. Fesenvkov : „Despre originea sistemului solar”, Editura „Znanie”, 1960.

lui V. G. Fesenkov, din diferite părți ale aceleiași globule. Părțile interne ale condensării primare au contribuit la formarea planetelor de tipul Pământului, iar părțile ei externe trebuie să fi contribuit la formarea planetelor exterioare. De aceea, planetele exterioare au un moment de rotație mare. Planetele trebuie să se fi format la asemenea distanțe una față de alta, încît acțiunea „destruc-tivă” a forțelor gravitaționale din partea Soarelui și a planetelor vecine să fie cît mai mică. Aceasta a determinat legea distanțelor planetelor față de Soare. Condensîndu-se într-un corp de densitate tot mai mare și încălzindu-se treptat, Pământul primar trebuie să fi pierdut din cauza temperaturii ridicate o mare parte din masa sa, în special gazele ușoare. Planetele gigante, dimpotrivă, și-au păstrat aproape întreaga lor masă primară. Prin aceasta se explică deosebirea dintre cele două grupuri de planete.

Un element valoros în ipoteza lui V. G. Fesenkov este concluzia că nașterea planetelor este legată de formarea stelelor și reprezintă una din laturile procesului general de formare a sistemelor stelare. Din punct de vedere metodologic, noi considerăm importantă critica făcută de V. G. Fesenkov orientării clasice în cosmogonie. Totuși și în această ipoteză există multe lucruri discutabile.

Între anii 1942 și 1946, cunoscutul astrofizician suedez H. Alfven a emis o ipoteză potrivit căreia sistemul solar a apărut datorită acțiunii exercitate mai ales de forțele electromagnetice¹. După părerea lui Alfven, Soarele avea un puternic cîmp magnetic în perioada formării planetelor. Atomii neutri ai norului gazos care a căzut pe Soare sub acțiunea forței de gravitație s-au ionizat în urma ciocnirilor. Substanța ionizată a fost frînată de cîmpul magnetic al Soarelui și, antrenată fiind de liniile magnetice de forță ale Soarelui în rotație, a început să se rotească în jurul lui (evident că Soarele trebuie să-și fi pierdut în acest caz momentul său de rotație). Pentru fiecare fel de atomi, Alfven putea aprecia distanța de Soare unde trebuie să se fi produs ionizarea și frînarea lor. În acest caz reieșea că planetele mai apropiate de Soare trebuie să fie formate din elementele cele mai

¹ Vezi H. Alfven : „On the Origin of the Solar System”, Oxford, 1954.

ușoare (hidrogen și heliu), iar în regiunea planetelor gigante trebuiau să fie frânați atomii de fier și nichel. Or, în natură observăm un tablou diametral opus. Pentru explicarea acestei neconcordanțe flagrante dintre ipoteză și realitate, Alfven a introdus presupuneri suplimentare, dar tot atât de subiective, ba chiar fantastice.

F. Hoyle a enunțat o altă ipoteză despre originea sistemului solar, pornind de la considerarea forțelor electromagnetice¹. Potrivit acestei ipoteze, Soarele s-a format prin accentuarea condensării gazoase primare. Când diametrul condensării a devenit comparabil cu raza orbitei lui Mercur, din zona ei ecuatorială s-a separat o cantitate de materie gazoasă incandescentă care nu a mai participat la rotația ulterioară. Gazele erau parțial ionizate, și câmpul magnetic al Soarelui, care se rotea cu ele, a început să imprime acestor gaze un moment cinetic. În consecință, rotația Soarelui s-a încetinit, iar planetele au început să se depărteze de el la distanțe tot mai mari, ajungând aproximativ la cele din zilele noastre.

Cu toate deosebirile obiective și subiective dintre ipotezele expuse, ele au și unele trăsături comune. Principala dintre ele constă în faptul că, în locul cercetării minuțioase a problemei fazei inițiale de dezvoltare a sistemului solar, autorii ipotezelor enumerate ridică la rangul de absolut un proces fizic concret sau altul (interacțiunile gravitaționale, turbulența, procesele electromagnetice etc.), și prin introducerea unor ipoteze complexe „explică” particularitățile sistemului planetar. Dar asemenea cercetări au valoare numai în măsura în care pornesc de la observații. Din păcate, autorii concepțiilor expuse acordă acestui lucru o atenție cu totul insuficientă. O mare parte a proceselor care sînt folosite pentru explicația problemelor cosmogoniei planetare reprezintă numai cîteva din căile posibile de dezvoltare. Deocamdată rămîne însă neclar care este raportul dintre aceste procese și tabloul real al dezvoltării sistemului solar.

¹ Vezi F. Hoyle : „Despre originea nebuloasei solare”, în „Voprosi kosmogonii”, vol. VII, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1960, pag. 15—49.

Ipotezele catastrofice

Tot atît de speculative sînt diferitele variante ale ipotezelor catastrofice. Căutînd să înlăture dificultăţile provocate de surplusul de moment cinetic, autorii acestor ipoteze acordă un rol cosmogonic deosebit diferitelor evenimente cu caracter catastrofic : ciocniri, explozii care au loc deseori datorită unor cauze exterioare. Această orientare a căpătat cea mai puternică expresie în cercetările lui J. Jeans¹. Potrivit ipotezei lui Jeans, sistemul planetar al Soarelui nostru a apărut din cauza trecerii prin apropierea lui a unei alte stele. Rezultatul influenţei gravitaţionale a acestei stele asupra Soarelui a fost expulzarea din el a unui şuvoi de gaze în formă de ţigară. În acest şuvoi s-au format o serie de condensări care au pus bazele planetelor. Ipoteza lui Jeans nu a putut explica uriaşele dimensiuni ale sistemului solar ; ca şi ipoteza lui Laplace, ea nu explica distribuţia momentului cinetic în sistemul solar. În 1929, remarcabilul om de ştiinţă englez, G. Jeffreys², a presupus că nu a avut loc o simplă apropiere a Soarelui de o altă stea, ci ele s-au ciocnit nemijlocit. Dar şi această ipoteză a întîmpinat numeroase dificultăţi.

În 1941, astronomul englez R. Littleton a enunţat încă o variantă a ipotezei catastrofice³. Potrivit presupunerii sale, Soarele a făcut parte cîndva din componenţa unui sistem triplu de stele. Absorbînd materia din spaţiul înconjurător (acest proces se numeşte „accreţiune”), celelalte două stele s-au contopit într-o singură stea ; aceasta s-a dovedit a fi nestabilă şi s-a împărţit din nou în două stele care se îndepărtează în direcţii diferite. În momentul separării lor s-a format un filament care lega cele două stele. Materia filamentului, captată de Soare, a constituit baza planetelor. Cu privire la asemenea ipoteze speculative, un astronom a remarcat spiritual : „Baza unei asemenea teorii este extrema ei improbabili-

¹ Vezi J. Jeans : „Originea sistemului solar”, „Uspehi fiziceskih nauk”, vol. IV, 1924, pag. 217—239 ; „Originea sistemului solar”, „Mirovedenie”, vol. XXI, nr. 1—2, 1932, pag. 50—57.

² Vezi G. Jeffreys : „Originea sistemului solar”, „Mirovedenie”, vol. XIX, nr. 3—4, 1930, pag. 111—118.

³ Vezi „Monthly Notices”, vol. 101, 1941, pag. 216.

litate și se poate vorbi chiar despre întoarcerea la teza «cred, deoarece este absurd»¹.

Și mai fantastică este ipoteza lui F. Hoyle (1946), la care el însuși a renunțat curînd.

Ipotezele catastrofice sînt construcții formale, subiectiviste, care interpretează în mod arbitrar un grup sau altul de fapte, special alese, sau care ignorează deseori fapte bine cunoscute. Caracterul lor artificial și fantastic este atît de clar, încît ne scutește de necesitatea de a le analiza mai detaliat.

**Cum să abordăm
rezolvarea
problemei ?**

După părerea noastră, nici una dintre ipotezele expuse nu rezolvă problema cum s-au format planetele (și, printre ele, Pămîntul nostru) și cum s-au dezvoltat ele după ce s-au format. Probabil că nu toți specialiștii în domeniul cosmogoniei vor fi de acord cu părerea noastră, unii dintre ei o vor considera prea severă și o vor contesta cu hotărîre. Dar noi nu vedem criterii care să permită să se facă o alegere cît de cît sigură între ipotezele analizate. După părerea noastră, principalele particularități mai generale ale sistemului de planete, asupra explicării cărora se îndreaptă eforturile majorității specialiștilor în cosmogonie care se ocupă de aceste probleme, nu pot constitui „cheia” adevăratei istorii a sistemului solar, întrucît ele pot fi explicate pe baza celor mai diferite ipoteze și chiar a unora care se exclud reciproc. Care este deci adevărata „cheie” a rezolvării problemei ? Și ce metodologie trebuie să adoptăm în acest caz ?

Credem că are dreptate V. A. Ambarțumian cînd subliniază că în rezolvarea problemelor de cosmogonie a sistemului solar trebuie să așteptăm un ajutor esențial de la cosmogonia stelară². Tabloul trecutului îndepărtat al sistemului solar va rămîne de neînțeles atîta timp cît nu vom lămuri natura materiei primare din care s-au format planetele. Întrucît existența unui sistem planetar al Soarelui este urmarea legilor dezvoltării lui, cosmo-

¹ Vezi „Voprosi kosmogonii”, vol. III, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1954, pag. 284.

² Vezi V. A. Ambarțumian : „Problemele cosmogoniei în lumina astrofizicii contemporane”, în „Priroda” nr. 2, 1939, pag. 22. „Evoluția stelelor și astrofizica”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 97.

gonia stelară este aceea care trebuie să lămurească „condițiile inițiale” în care a avut loc formarea planetelor și trebuie să arate care este natura materiei protoplanetare. Rezolvarea acestei probleme este o chestiune de viitor și, probabil, a unui viitor apropiat. Tendința unor cosmogoniști de a construi concepții despre dezvoltarea sistemului solar fără a aștepta rezolvarea problemelor nodale ale cosmogoniei stelare nu duce, după cum vedem, la rezultate fructuoase. Este pe deplin posibil ca între sistemele multiple de stele și sistemul planetar al Soarelui nostru să nu existe o deosebire principială și ca planetele să aibă o natură stelară. Ele au fost mai curînd corpuri foarte puternic încălzite, care s-au răcit repede, și nu corpuri reci; masele lor depășeau, probabil, de cîteva ori sau chiar de zeci de ori masele de astăzi, apropiindu-se în unele cazuri de masele unor componente ale sistemelor multiple.

Dezvoltarea corpurilor planetare după formarea lor, mai ales dezvoltarea lor în cursul ultimelor zeci de milioane de ani sau în cursul ultimelor sute de milioane de ani, poate fi urmărită prin analiza particularităților corpurilor mici ale sistemului solar.

b) Cosmogonia corpurilor mici ale sistemului solar¹

<p>Ipoteza lui Laplace și a lui Lagrange</p>	<p>Prima lucrare temeinică despre originea cometelor aparține lui P. Laplace (1816). El a enunțat și a fundamentat matematic ipoteza potrivit căreia cometele apar în sistemul solar din spațiile interstelare. Dar cum poate fi explicată existența marelui număr de comete cu perioadă scurtă? Laplace considera că orbitele cu perioadă scurtă se formează în urma acțiunii „perturbante” a planetelor, și mai ales a lui Jupiter, asupra cometelor, care pînă atunci se mișcau pe orbite parabolice, adică în urma „captării” cometelor de către Jupiter.</p>
---	---

¹ O trecere în revistă a celor mai noi concepții asupra originii corpurilor mici vezi în articolul lui S. K. Vsehsveatski: „Conferință în problemele originii și evoluției cometelor și altor corpuri mici ale sistemului solar”, în culegerea „Voprosi kosmogonii”, vol. VII, 1960, pag. 375—382.

Aproape în același timp cu Laplace, J. Lagrange (1812) a emis un punct de vedere cu totul diferit. El a dezvoltat ideea că cometele pot fi produse ale unor erupții vulcanice de pe planete. Dar această idee nu a fost confirmată de nici unul dintre savanții contemporani cu Lagrange; majoritatea lor susțineau ipoteza lui Laplace.

Totuși, cercetările ulterioare n-au fost favorabile ipotezei lui Laplace. S-a dovedit că, dacă cometele ar fi venit din afară în sistemul solar, caracterul orbitelor lor ar fi trebuit să sufere influența mișcării Soarelui în spațiu și cometele s-ar mișca pe orbite pronunțat hiperbolice. De fapt nu se observă nimic asemănător. Dimpotrivă, multe comete se îndepărtează de Soare pe orbite hiperbolice, deși mai înainte se mișcau pe elipse foarte alungite. Orbitale primare, chiar și ale acelor comete care se mișcau pe orbite hiperbolice, s-au dovedit a fi eliptice, ceea ce dovedește că cometele aparțin sistemului solar și trebuie să se fi format în interiorul lui. În prezent, acest punct de vedere a devenit aproape unanim recunoscut¹. Dar pe ce cale anume s-au format ele? Aici părerile specialiștilor în cosmogonie diferă foarte mult.

Se formează oare
cometele
prin condensare?

Unii dintre specialiștii în cosmogonie sînt înclinați să considere cometele drept „rămășițe” ale aceluiași material primar din care s-au format planetele. În 1951, G. Kuiper a emis ipoteza că cometele sînt produse ale condensării gazelor în norul protoplanetar la mari distanțe de Soare (de ordinul a 40—50 u.a.). Ca urmare a „perturbațiilor” provocate de Pluton și Neptun unele comete au fost aruncate la periferia sistemului solar.

Potrivit concepțiilor adepților ipotezei cosmogonice a lui O. I. Șmidt², cometele s-au format din corpuri de gheață, cu impurități de pulberi, apărute în zona planetelor gigante în stadiul intermediar de dezvoltare a norului protoplanetar. „Perturbațiile” provocate în orbitele

¹ Numai R. Littleton face încercarea de a reinvia ipoteza originii interstelare a cometelor, susținînd ideea formării cometelor din pulbere interstelară.

² O. I. Șmidt: „Patru prelegeri privind teoria originii Pămîntului”, ediția a 3-a, 1957, pag. 71—75.

unor comete de către planetele gigante au dus la aruncarea cometelor spre hotarele sistemului solar unde acestea formează în prezent un uriaș nor cometar.

Ipoteza despre norul de comete de la periferia sistemului solar a fost formulată (în 1950) de cunoscutul astronom olandez J. Oort¹. Acest nor s-a format, considera el la început, în urma dezagregării unei planete care se afla între Marte și Jupiter (fragmente ale acestei planete au fost, după părerea lui Oort, și asteroizii). Ulterior, el a indicat legătura posibilă dintre apariția cometelor și procesul formării întregului sistem solar. Sub acțiunea „perturbațiilor” provocate de stelele mai apropiate de Soare, o cometă din nor poate dobîndi o orbită care să o ducă în apropierea Soarelui. Cometele cu orbite periodice și cu perioadă scurtă se formează sub acțiunea „perturbațiilor” provocate de planete (mecanismul „captării”).

Ce se poate spune despre aceste ipoteze? Autorii concepțiilor expuse ajung în impas în fața particularităților naturii fizice a cometelor, întrucît noi știm cum se formează ghețurile pe corpurile planetare, dar nu știm nimic despre apariția ghețurilor în spațiul interstelar. În afară de aceasta, procesul de condensare din gaz necesită miliarde de ani, dacă este în general posibil. Un argument și mai serios împotriva ipotezelor cu privire la condensarea cometelor îl constituie imposibilitatea de a explica, din punctul de vedere al acestor ipoteze, particularitățile mișcării cometelor cu perioadă scurtă și a altor familii de comete².

Dacă cometele ar forma norul și ar nimeri în jurul Soarelui de pe orbitele aproape circulare sub acțiunea stelelor vecine, atunci s-ar observa nu numai orbite eliptice alungite, ci și orbite hiperbolice, care nu există însă în realitate. Cu ajutorul mecanismului „captării” nu se pot explica particularitățile mișcării cometelor cu perioadă scurtă.

¹ Vezi „Bulletin of the Astronomical Institute of Netherlands”, vol. XI, nr. 408, 1950, pag. 91—110.

² Vezi S. K. Vsehsveatski: „Observații asupra lucrărilor lui J. Oort consacrate problemei originii și evoluției cometelor”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXI, partea a 6-a, 1954, pag. 537—543.

„Captare”
sau „expulzare” ?

Numărul cometelor cu perioadă scurtă este destul de mare. La fiecare 100 de comete nou descoperite,

15—16 sînt comete cu perioadă scurtă din grupul lui Jupiter. Dar modificarea radicală a orbitelor necesită o apropiere extrem de mare a cometei de planetă, adică un concurs de împrejurări extrem de rare. În aceasta constă prima neconcordanță a ipotezei captării cu observațiile. Comete cu perioadă scurtă sînt de zeci de mii de ori mai multe decît este teoretic posibil din punctul de vedere al ipotezei captării. Evident că acțiunea lui Jupiter trebuie să se manifeste cu mult mai des în modificările mai puțin radicale ale orbitelor. Dacă cometele cu perioadă scurtă ar fi captate, noi ar trebui să descoperim într-un număr cu mult mai mare comete cu perioade de zeci și sute de ani. Dar acest lucru nu se întîmplă, și aici vedem o altă neconcordanță vădită între ipoteza captării și rezultatele observațiilor. A treia neconcordanță constă în faptul că, în cazul captării, trebuie să se obțină un număr aproximativ egal de comete ce se mișcă în același sens, ca și planetele și cometele care se mișcă în sens invers. Dar în realitate nu cunoaștem comete cu perioadă scurtă care să aibă o mișcare retrogradă ! Cu trecerea timpului se descoperă comete cu orbite tot mai apropiate de cele circulare ; asemenea orbite sînt cu totul inexplicabile din punctul de vedere al ipotezei captării. Devine absolut incontestabil că cometele cu perioadă scurtă care se observă nu au putut fi formate din norul de comete pe calea unor perturbații mari izolate sau pe calea unui șir de perturbații succesive.

Dar, din moment ce cometele cu perioadă scurtă nu sînt captate, rezultă că vîrsta lor mică și legătura cu orbita lui Jupiter pot fi înțelese numai dacă admitem că cometele sînt expulzate din sistemul lui Jupiter. Ele trebuie să fie produsele unor erupții care au loc în cadrul acestui sistem. Cometele periodice și parabolice trebuie să fie produse ale erupțiilor din sistemul lui Saturn, Uranus și Neptun. Ipoteza erupției a fost formulată în 1932—1933, în opoziție cu concepția despre „captare”¹.

¹ Vezi S. K. Vsehsveatski : „Despre originea cometelor”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XI, partea 1, 1933, pag. 18—41.

Considerațiile enunțate de Lagrange (iar apoi de astronomii englezi R. Proktor, E. Crommelin etc.) au căpătat o nouă fundamentare în ipoteza erupției.

Ipoteza erupției Corespunde oare o asemenea concluzie datelor faptice pe care le avem despre cometele înseși și despre planete? După părerea noastră, ea nu numai că decurge din faptele expuse în capitolul precedent, ci este chiar consecința inevitabilă a acestora.

În ce mod are loc, potrivit ipotezei eruptive, formarea de comete și de alte corpuri mici ale sistemului solar?

Pe corpurile planetare ale sistemului solar au avut loc, și pe multe dintre ele au loc și astăzi, puternice procese explozive care duc la expulzarea în spațiul interplanetar a unor mase considerabile de substanță.

Masele produselor expulzate prin erupții, ca și structura componentelor solide ale cometelor, puteau fi diferite, în primul rând, pentru că nu numai planetele, ci și mulți sateliți ai planetelor au fost și sînt surse de comete, în al doilea rând, pentru că expulzările au avut loc în diferite perioade ale istoriei corpurilor planetare. În componența nucleelor de comete trebuie să se fi găsit compuși de carbon și azot, captați de la suprafața corpurilor planetare și în timpul zborului prin atmosferă. Istoria ulterioară a produselor de erupție, după expulzarea din corpul planetar, este o epuizare treptată a rezervelor de materie gazoasă care trebuie să se afle în adînciturile și la suprafața nucleului pietros în stare înghețată, solidă. În funcție de caracterul orbitei și de datele inițiale ale nucleului cometei, epuizarea și dezagregarea lui vor avea loc într-o perioadă mai mult sau mai puțin îndelungată, dar se pare că nu mai îndelungată decît intervalul de timp care corespunde la cîteva zeci de mișcări de revoluție ale cometei în jurul Soarelui. Tabloul actual al sistemului de comete este rezultatul activității unui număr de centri care au generat comete și alte corpuri mici ale sistemului solar, precum și consecința epuizării cometelor, a dezagregării și dispariției lor.

În prezent pot fi izvoare de noi comete, după cît se pare, sateliții lui Jupiter, sistemul lui Saturn, al lui

Uranus și al lui Neptun. Cometele cu perioadă scurtă apar cu prilejul proceselor eruptive de pe sateliții lui Jupiter¹, ale căror suprafețe sînt acoperite cu mase de metan, amoniac etc., care se află parțial în stare înghețată. Produsele expulzărilor vulcanice duc cu sine o mare cantitate din aceste ghețuri, care intră apoi în componența nucleelor de comete. Erupțiile au loc în diferite direcții față de suprafață, probabil pe trei sau patru dintre cei mai mari sateliți ai lui Jupiter. Vitezele inițiale ale expulzărilor trebuie să ajungă în acest caz la 2—6 km/sec. S-a văzut că toate particularitățile orbitelor de comete cu perioadă scurtă găsesc o explicație deplină în cadrul punctului de vedere enunțat. Erupții grandioase au loc și pe suprafața lui Jupiter (lucru pe care îl atestă procesele active din atmosfera lui), dar în prezent vitezele nu pot atinge, probabil, valorile necesare pentru formarea cometelor. Totuși, ele par să fie suficiente pentru expulzarea de substanță, care nu poate ieși din sfera de atracție a planetei și formează în jurul ei un sistem de inele alcătuite din mase de comete și meteoriți, particule de cenușă și gaze, care se mișcă în planul ecuatorului planetei. Existența familiilor de comete periodice, legate de sistemul lui Saturn, al lui Uranus și al lui Neptun, se explică, potrivit ipotezei erupției, prin aceea că sistemele respective sînt în prezent surse de noi comete. Intensitatea proceselor vulcanice pe sateliții lui Saturn poate fi tot atît de mare ca și pe sateliții lui Jupiter. Dar și pe planeta însăși activitatea vulcanică se poate manifesta într-un grad foarte mare. Pe seama ei, ca și în urma vulcanismului sateliților, are loc, probabil, o completare a materiei inelului lui Saturn. Pentru aceasta o parte din fragmentele produse în timpul exploziilor trebuie să capete viteze de circa 30 km/sec. Cometele cu perioadă scurtă, fluxurile meteorice și unii asteroizi care execută o mișcare de revoluție în regiunile interne ale sistemului solar ne indică, potrivit ipotezei erupției, că și planetele de tipul Pămîntului sînt în prezent surse de corpuri mici (planeta Venus). Care este originea cometelor pa-

¹ S. K. Vsehsveatski : „Cometa cu perioadă scurtă Wolf 1 și originea ei”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXVII, partea I, 1950, pag. 15—30.

rabolice, grupul cu cele mai numeroase comete? Între orbitele cometelor cu perioadă scurtă și ale cometelor parabolice se remarcă o trecere treptată. Aceasta dovedește că cometele cu perioadă scurtă și cele parabolice s-au format pe o cale asemănătoare. Particularitățile orbitelor cometelor parabolice pot fi explicate dacă se presupune că aceste comete s-au format cu milioane sau zeci de milioane de ani în urmă¹. Activitatea proceselor vulcanice pe corpurile planetare putea fi pe atunci cu mult mai intensă decât în prezent. Erau posibile viteze mai mari ale erupțiilor și trebuie să fi apărut comete care aveau orbite alungite cu înclinații arbitrare față de planul principal al sistemului solar.

Produsele expulzării vulcanice se transformă în cometă numai atunci când conțin o cantitate suficientă de gheață. Erupțiile care au loc într-o regiune în care lipsește gheața vor expulza numai mase de meteoriți și de asteroizi și particule meteorice. Așadar, fluxurile meteorice pot apărea în sistemul solar și fără legătură cu cometele, ceea ce se și observă în realitate. Pe de altă parte, după cum știm, fluxurile meteorice apar și în urma dezagregării cometelor. Întrucât însă meteoriții se deosebesc numai ca dimensiuni de particulele meteorice, trebuie să considerăm ca probabilă și pentru ei legătura cu cometele (meteoriții intră în constituția nucleelor de comete). Deosebirile din structura și particularitățile compoziției chimice a meteoriților ne dovedesc existența unor surse diferite de meteoriți în sistemul solar.

Planetele mici (asteroizii) pot reprezenta un stadiu mai târziu în dezvoltarea cometelor cu perioadă scurtă.

Ipoteza erupției explică multe particularități ale mișcării și naturii fizice a corpurilor mici ale sistemului solar. Ea dă posibilitatea de a se explica și unele particularități ale planetelor mari și ale sateliților acestora. Noi presupunem că această ipoteză deschide calea spre rezolvarea multor probleme ale sistemului solar.

¹ Vezi S. K. Vsehsveatski: „Noi lucrări despre originea cometelor și teoria erupției”, în „Publicațiile Observatorului astronomic din Kiev”, nr. 5, 1953, pag. 3—57.

c) Ipoteza erupției și istoria sistemului solar

**Despre istoria
planetelor mari
și a sateliților
lor**

Pe baza ipotezei erupției pot fi trase concluzii interesante despre istoria sistemului solar (în prezent aceste concluzii au, desigur, numai un caracter preliminar)¹. Ne vom opri la început asupra consecințelor ipotezei erupției, care privesc procesele de dezvoltare a altor planete și a sateliților lor, pentru a aplica apoi concluziile obținute la istoria Pământului nostru.

Să evaluăm, în primul rând, intensitatea proceselor eruptive din sistemul solar. Frecvența expulzărilor de comete în sistemul lui Jupiter trebuia să fie în ultima vreme de 3—4 comete pe an. Dacă intensitatea acestor procese nu era în trecut mai mică de nivelul actual (mai curînd era de multe ori mai mare), atunci în ultimul miliard de ani pierderea de masă de către corpurile planetare din sistemul lui Jupiter a fost de 10^{21} — 10^{24} g, dacă avem în vedere numai masa cometelor. Dar, dacă ținem seama de faptul că o cantitate considerabil mai mare de substanță a fost expulzată sub formă de gaze și de particule de cenușă, atunci cifra evaluată va trebui mărită de încă vreo 10 ori. De aici rezultă că masa totală a substanței expulzate trebuie să se apropie de masa planetelor mari de tipul Pământului. Mai departe, masa totală a cometelor parabolice constituia 10^{29} — 10^{30} g, ceea ce se apropie de masa lui Jupiter. Desigur, evaluările citate pot fi mărite de 10 și chiar de 100 de ori, întrucît ele se întemeiază pe supoziții care nu sînt pe deplin verificate. Ele ne atestă însă în orice caz rolul excepțional de mare al proceselor vulcanismului în dezvoltarea corpurilor planetare. Expulzarea unor mase atît de mari trebuie să fi fost însoțită de modificări considerabile în păturile superficiale ale planetelor, de micșorarea masei lor, de modificări în particularitățile rotației și ale mișcării lor în

¹ S. K. Vsehsveatski : „Problemele originii cometelor, corpurilor meteoritice și materiei meteorice și problemele sistemului solar”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXII, partea a 5-a, 1955, pag. 432—438.

jurul Soarelui. Marea amploare a erupțiilor pe corpurile planetare poate fi evaluată și dintr-un alt punct de vedere. Să calculăm, de pildă, energia care a fost cheltuită la formarea inelului lui Saturn. Ea apare egală cu o cifră imensă — 10^{37} ergi ! Petele albe de pe Saturn, care apar pe neașteptate și sînt vizibile uneori timp de cîteva luni, ne arată de asemenea existența unor fenomene de o forță cosmică gigantică.

Probabil că în prezent planeta Venus trece printr-o perioadă de activitate vulcanică intensă. Gradul ridicat de îmbîcsire cu pulbere a atmosferei acestei planete, prezența unor mari cantități de bioxid de carbon corespund acestei supoziții. La aceeași concluzie ne duce cercetarea corpurilor mici ale sistemului solar, și anume existența legăturii unor comete cu perioadă scurtă și a fluxurilor meteorice cu orbita planetei Venus ¹.

Este extrem de interesant faptul că în legendele culese de omul de știință american I. Velikovsky ² de la diferite popoare ale antichității (Mexic, Asia Mică) se vorbește de „coada” sau „barba” planetei Venus, care „a fumegat” o anumită perioadă de timp. Aceste legende provin din cel de-al 4-lea mileniu dinaintea erei noastre. Poate că atunci s-a produs o explozie gigantică de vulcanism cosmic pe Venus. Pare probabil că unii sateliți ai lui Jupiter își datorează originea unor procese puternice de pe planetă. În condițiile expulzării de pe suprafața planetei urmează, după părerea noastră, să vedem cauza faptului că unii sateliți ai lui Jupiter au o mișcare retrogradă în jurul planetei.

Sistemul lui Saturn prezintă în această privință un interes deosebit. Existența inelului ne permite să apreciem că au avut loc procese eruptive pe sateliți și pe planetă care au dus la expulzarea maselor meteoritice, ceea ce menține starea actuală a inelului lui Saturn.

Problema vulcanismului Lunii a fost în repetate rînduri discutată în istoria științei. Pe baza studierii temei-

¹ Istorica lansare în U.R.S.S. la 12 februarie 1961 a unei stațiuni interplanetare automate în direcția planetei Venus ne apropie de dezlegarea multor taine ale acestei planete.

² I. Velikovsky : „Worlds in Collision”, New York, 1956, pag. 163.

nice a particularităților formelor Lunii se poate ajunge la concluzia că pe suprafața ei observăm urmele unei puternice activități vulcanice (explozive) care a avut loc în trecut. Din analiza dimensiunilor craterelor și a înălțimii munților inelari se poate evalua energia unei explozii vulcanice care a dat naștere craterului de pe Lună la 10^{20} — 10^{25} ergi. Această mărime este de același ordin ca și în cazul formării cometelor și planetelor mici. În prezent, Luna nu este, desigur, sursă de comete și de alte corpuri mici ale sistemului solar. Totuși, în trecut procesele erupțiilor puteau fi aici foarte intense.

Așadar, datele astronomiei cometare ne arată că, în anumite perioade de dezvoltare a corpurilor planetare, particularitatea caracteristică a acestora putea fi expulzarea de mase de pe suprafața lor. Acest proces, dacă a avut loc, trebuie să fi dus la pierderi considerabile de masă și trebuie să fi avut o însemnătate cosmogonică foarte mare. Se poate presupune că și în viitor analiza particularităților corpurilor mici va contribui la reconstituirea unei părți însemnate a istoriei corpurilor planetare ale sistemului solar.

**Despre trecutul
și prezentul
Pământului**

Concluziile cosmogoniei din zilele noastre, datele astronomiei au o mare însemnătate pentru științele care studiază Pământul: geofizica

și geologia. În prezent, printre geofizicieni și geologi se încetățenește tot mai mult părerea necesității de a se folosi realizările cosmogoniei în rezolvarea problemelor Pământului. Până în prezent, dominau aici totuși trăsurile unui „geocentrism” sui-generis, în atmosfera căruia se nășteau bazele acestor științe. Deși nu sîntem specialiști în domeniul geologiei sau geofizicii, am dori totuși să enunțăm o seamă de considerații care prezintă poate un oarecare interes pentru geologi.

Pământul nostru este asemănător cu celelalte corpuri planetare ale sistemului solar. Pe Lună, de pildă, există mari lanțuri de munți pe deplin analoge cu cele de pe Pământ și regiuni grandioase de mări încremenite de lavă.

Încă la sfîrșitul secolului trecut, eminentul savant, acad. A. P. Pavlov remarca că pentru lămurirea trecutului Pământului este necesară compararea lui cu alte

corpuri cosmice. El atrăgea în mod deosebit atenția asupra proceselor de vulcanism care au avut loc pe Lună și sublinia însemnătatea determinantă a activității vulcanice în istoria trecută a Pământului. „În prezent, se observă pe Pământ numai o manifestare infimă, reziduală a activității vulcanice. În trecut, această activitate a fost poate manifestarea cea mai caracteristică și aproape universală a vieții planetei, la fel ca odinioară pe Lună”¹.

O părere asemănătoare susținea și cunoscutul specialist vulcanolog, acad. A. N. Zavaritki.

Eminentul mineralog sovietic V. N. Lodocinikov lega între ele fenomenele cosmice și terestre, afirmând posibilitatea formării de fluxuri meteorice și de meteoriți cu prilejul cataclismelor vulcanice de pe Pământ².

Totuși, majoritatea geologilor rămân încă pe pozițiile concepțiilor despre Pământul izolat, concepții care exclud folosirea datelor despre fenomenele lumii cosmice. Aceste concepții au fost stabilite în majoritatea cazurilor și s-au dezvoltat cu peste 100 de ani în urmă, când rolul Pământului în Univers și particularitățile celorlalte corpuri planetare nu fuseseră încă lămurite în suficientă măsură.

Insuficiența concepțiilor existente și indeobște adoptate ale geofizicii și geologiei se demonstrează și prin faptul că cele mai importante particularități ale Pământului rămân de neînțeles din punctul de vedere al acestor concepții. Sînt cu totul neclare cauzele formării lanțurilor de munți pe Pământ, nu se explică amploarea și particularitățile proceselor vulcanice, de formare a lavei; este necunoscută cauza glaciațiunilor care au avut loc în repetate rînduri în istoria trecută a Pământului. Geologii aprofundează prea puțin problema cauzelor care au dus la schimbarea poziției axei de rotație a Pământului.

Toate acestea ne arată că în geologie noi omitem ceva foarte esențial pentru înțelegerea trecutului și prezentului Pământului.

¹ A. P. Pavlov : „Istoria geologică a pământurilor și mărilor europene”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1936, pag. 37—38.

² Vezi „Analele societății ruse de mineralogie”, vol. LXVIII, 1939, pag. 207—223 și 429—447.

Pentru a lămuri acest lucru, trebuie să comparăm Pământul cu celelalte corpuri planetare asemănătoare, avînd în vedere că planeta noastră este un corp cosmic obișnuit.

Se dovedește a fi foarte importantă folosirea datelor despre ambianța cosmică în care a avut și are loc dezvoltarea Pământului nostru.

Posibilitățile unei asemenea metode pentru geologie au fost demonstrate în diferite cazuri. De pildă, cunoscutul geolog din Leningrad N. A. Kudreavțev a demonstrat caracterul eronat al teoriei biogene privind originea petrolului prin referiri la natura suprafeței planetelor gigante, în atmosfera cărora principalele componente sînt metanul și amoniacul, analoge gazelor naturale de pe Pământ. Datele noi despre zăcămintele de petrol ne obligă să punem la îndoială universalitatea teoriei biogene.

Există temeiuri să considerăm că în procesul erupțiilor de pe suprafața Pământului a fost expulzată o parte considerabilă din substanța lui. Dacă aceste cataclisme cosmice grandioase au avut într-adevăr loc, ele trebuie să fi fost însoțite de o considerabilă micșorare a volumului Pământului și a energiei lui totale de rotație. Trebuie să se fi schimbat simțitor poziția axei de rotație a Pământului, adică trebuie să fi avut loc ceea ce se și întîmplă în realitate potrivit datelor geologice, paleoclimatice și paleomagnetice.

Micșorarea volumului Pământului în urma expulzării de gaze, de cenușă vulcanică etc. trebuie să fi dus la formarea unor goluri sub scoarța lui și la lăsarea scoarței terestre. Aceasta se putea produce numai pe calea încrețirii scoarței. Nu este exclus ca aceasta să fie cauza formării lanțurilor de munți sau în alte cazuri — a căldărilor de depresiuni (valurile inelare). Tocmai aceste formațiuni sînt caracteristice pentru Pământ și Lună. Particularități asemănătoare vor fi descoperite, probabil, și pe suprafața altor planete și a altor sateliți mari.

Considerăm pe deplin justă tendința geologilor și geofizicienilor din secolul trecut de a explica formarea munților prin contractarea Pământului. Era totuși o greșeală să se considere acest lucru drept consecință a

răcirii. Studiind numeroase stratificări de cenușă, ca și regiuni de formare a munților, din acest punct de vedere nou, se vor putea reconstitui, după părerea noastră, etapele istoriei Pământului.

Datele paleoclimatice geologice nu lasă nici un fel de îndoială că istoria Pământului s-a caracterizat prin perioade de activitate vulcanică maximă, care alternau cu perioade de acalmie¹. Aceste perioade de vulcanism coincid — sau aproape coincid — cu perioadele de formare a munților și cu epocile glaciare prin care a trecut Pământul. Un calcul special a arătat că pentru formarea sistemului muntos al Caucazului, trebuie să fi fost expulzate din stratul de sub scoarța Pământului circa 10 milioane km³ de gaz, cenușă și lavă. Așadar, diferitele cataclisme trebuie să fi dus la procese și urmări de proporții planetare.

Modificările configurației planetei în urma unor puternice expulzări și a lăsării scoarței într-o regiune trebuie să fi fost însoțite de tulburarea echilibrului masei oceanice de apă, de schimbarea regimului de rotație și de deplasarea axei de rotație a Pământului². Aceasta trebuie să fi atras după sine schimbarea întregii configurații a planetei și începutul unei perioade îndelungate de activitate vulcanică intensă. Faptul că atmosfera era îmbîcsită cu particule de cenușă a provocat micșorarea transparenței ei și formarea unui puternic înveliș de nori. Temperatura medie a suprafeței Pământului trebuie să fi scăzut. S-au format calote polare constante de zăpadă și de gheață, ale căror limite ajungeau pînă la latitudinea zonelor temperate. Aceasta poate fi explicația firească și necesară a epocilor de glaciație din istoria Pământului și a faptului remarcabil al concordanței lor cu perioadele de creștere a activității vulcanice. Acest tablou schematic trebuie să fie verificat, firește, prin cercetări de specialitate.

¹ Vezi K. Brooks : „Climele trecutului”, I. L., 1952.

² Urmările geologice ale modificării regimului de rotație a Pământului au fost analizate în lucrările lui M. V. Stovas (vezi, de pildă, lucrarea „Neuniformitatea rotației Pământului ca factor planetaro-geomorfologic și geotectonic”, în „Gheologhicinii jurnal”, vol. XVII, partea a 3-a, 1957, pag. 58—69).

Fundamentale sînt procesele de formare a gazelor, procese care au loc în sînul Pămîntului. Ceilalți factori astronomici care au fost considerați de către diferiți oameni de știință ca fiind cauzele glaciațiilor puteau să aibă, după părerea noastră, numai un rol secundar.

Particularitățile contemporane ale proceselor care au loc în straturile superficiale ale Pămîntului pot fi explicate ca fenomene reziduale în realizarea stării de echilibru în scoarța Pămîntului.

Formarea conurilor vulcanice și încrețirea scoarței (aparitia munților) după expulzarea unor cantități imense de gaz și materie pulverizată nu constituie, probabil, unicul mecanism de realizare a echilibrului. În funcție de grosimea scoarței, de profunzimea focarului vulcanic puteau să apară prăbușiri de formă rotundă sau eliptică, cu formarea de valuri inelare. Diversitatea circurilor din Lună, care sînt formațiuni tocmai de acest tip, își găsește analogie și în geologia terestră.

După cum vedem din exemplul altor corpuri planare și din datele istoriei Pămîntului, fenomenele vulcanice dobîndesc în anumite perioade proporții cu adevărat cosmice. Pentru a expulza în stare fărîmițată acele mase de materie vulcanică care se află acum în straturile superficiale ale Pămîntului sub formă de tuf vulcanic, calcare, argilă, sedimente de cenușă, a fost necesară o cantitate colosală de gaze, zeci și poate chiar sute de milioane de kilometri cubi. Gazul la temperaturi înalte este, fără îndoială, forța motrice a proceselor vulcanice. Caracterul ciclic al activității vulcanice poate demonstra că gazul se formează în adîncul Pămîntului în urma unor procese nucleare sau fizico-chimice, și că au loc aceleași procese de acumulare a forțelor explozive care se observă în lumea stelelor sau în diferite fenomene geologice pe Pămînt (gheizere etc.). Aici pot avea loc manifestări ale unor procese cu caracter exploziv (desigur, în alte condiții), ca și în cazul fenomenelor nestaționare la stele. După părerea noastră, însuși caracterul grandios al fenomenelor și proceselor descrise dovedește inconsistența ideii că gazele și produsele transformării lor, ceea ce sînt probabil petrolul și derivații lui, ar avea izvoare biologice. Faptele astronomice și datele cosmogoniei contemporane ne conduc, așadar,

la problemele practice importante privind originea petrolului și a gazului natural, precum și la necesitatea reconsiderării unor teze ale geologiei contemporane. Aceasta deschide noi perspective în fața geologiei, care va putea să-și construiască concluziile pe o înțelegere mai justă a trecutului Pământului și a formării straturilor lui superficiale.

Istoria sistemului planetar — a planetelor și a sateliților lor — ne apare, așadar, plină de puternice manifestări ale vulcanismului cosmic. În decurs de miliarde de ani, o parte considerabilă din masa planetelor și a sateliților lor putea fi expulzată la început în spațiul interplanetar, iar apoi și dincolo de hotarele sistemului solar. Nu este exclus ca unele planete să nu fi „apucat” zilele noastre, rupându-se în fragmente mici.

2. COSMOGONIA STELARĂ

Observații generale	<p>În cosmogonia stelară din ultimii ani se conturează clar două orientări principale: orientarea clasică, tipică pentru etapa precedentă de dezvoltare a cosmogoniei și legată de construirea unor ipoteze speculative (de pildă ipoteza lui Weizsäcker, ipoteza „accrețiunii” a lui Hoyle), și orientarea contemporană, bazată pe observație, întemeiată pe deducerea concluziilor cosmogonice din analiza faptelor. Conținutul ipotezelor clasice în cosmogonia stelară se reduce la explicarea originii stelelor prin condensarea materiei difuze de gaze și pulberi. Unele dintre ipotezele contemporane dezvoltă idei analoge (ipotezele lui V. G. Fesenkov, J. Oort — L. Spitzer), în timp ce V. A. Ambarțumian a formulat și elaborează cu succes împreună cu colaboratorii săi concepția protostelelor. Potrivit acestei concepții, stelele apar în grupuri prin dezagregarea unor corpuri supradense. Vom încerca să arătăm că ideile lui V. A. Ambarțumian, deși conțin încă momente insuficient elaborate, sînt incomparabil mai aproape de realitate decît alte concepții și că ele rezolvă o serie de probleme nodale ale originii și dezvoltării elementelor constituției Galaxiei.</p>
--------------------------------	--

Cu privire la dezvoltarea stelelor se enunță de asemenea cele mai diferite puncte de vedere. Majoritatea astronomilor admit teza că principala sursă de energie stelară o constituie reacțiile nucleare de diferite tipuri care duc la „arderea” hidrogenului în adâncurile stelelor și la transformarea lui în heliu. Dar unii presupun că principalul factor al dezvoltării stelei este pierderea neconținută de masă, în special pe calea expulzării nemijlocite de materie (V. G. Fesenkov, A. G. Masevici, G. M. Idlis). Alții înclină spre ideea că dezvoltarea stelei are loc fără modificarea masei și este însoțită numai de modificarea compoziției ei chimice — de micșorarea conținutului relativ de hidrogen (F. Hoyle, astronomii americani M. Schwarzschild, A. Sandage etc.). În sfârșit, V. A. Ambartsumian citează date care arată că, pe lângă izvoarele termonucleare de energie, în stelele de unele tipuri pot avea un rol foarte important sursele de energie de un gen cu totul diferit, legate de dezagregarea materiei protostelare care se conservă în adâncurile stelelor.

În genere, problema originii și dezvoltării elementelor constitutive ale Galaxiei se pune în toată complexitatea sa.

<p>Ipotezele orientării clasice</p>	<p>Dintre ipotezele cosmogoniei stelare care prin formularea problemei cosmogonice fac parte din orientarea clasică vom analiza ipoteza lui K. Weizsäcker, a lui F. Hoyle și ipoteza formării stelelor din materie difuză enunțată de prof. L. E. Gurevici și prof. A. I. Lebedinski.</p>
--	---

Weizsäcker¹ presupune că stelele și sistemele lor au fost precedate de o stare haotică a materiei difuze, în care au apărut mișcări turbionare (de vârtejuri). Formarea stelelor din aceste turbioane (vârtejuri) a avut loc prin intermediul aceluiași mecanism ca și formarea planetelor (vezi paragraful precedent); toate stelele și sistemele lor au apărut în același timp. În condițiile actuale, formarea stelelor este cu neputință după părerea lui Weizsäcker.

¹ Vezi „Astrophysical journal”, vol. 114, 1951, pag. 165.

Această ipoteză este într-o contradicție flagrantă cu faptele. Ea nu a fost recunoscută în cosmogonia contemporană.

Esența ipotezei accrețiunii, emisă de F. Hoyle, constă în presupunerea că stelele apar în urma condensării gazului difuz, dar masele lor nu pot fi prea mari, adică ele se formează sub formă de stele pitice. O parte dintre aceste stele se întâlnesc cu nori de pulberi și gaze cosmice și în unele cazuri apar condiții pentru „accrețiune” — alimentarea neîntreruptă a stelei pe seama materiei norului difuz, care cade pe ea ; steaua se poate astfel mări considerabil, sporindu-și masa și transformându-se într-o stea gigantă. După părerea lui Hoyle, pentru unele stele, puține la număr, este posibilă și captarea ulterioară de materie difuză, sporirea în continuare a dimensiunilor și maselor lor.

Ipoteza accrețiunii a fost supusă unei aspre critici de către V. A. Ambarțumian¹, care a arătat că ea nu ține seama de forțele de respingere și că ignoră toate celelalte interacțiuni în afară de cele mecanice. Or, în procesele de interacțiune a stelelor și a materiei difuze, forțele de respingere (presiunea luminii) trebuie să aibă un rol foarte important. Hoyle uită despre aceasta și obține, în consecință, o schemă abstractă, artificială, în contradicție cu observațiile.

Greșelile ipotezei lui F. Hoyle au fost remarcate și de A. I. Lebedinski², care a enunțat, împreună cu L. E. Gurevici, ipoteza condensării gravitaționale a stelelor din materie difuză³. În această ipoteză se recunoaște existența interacțiunii bilaterale a stelelor cu materia difuză și se subliniază rolul expulzării corpusculare a stelelor, care există paralel cu accrețiunea. Din păcate, ipoteza lui A. I. Lebedinski și L. E. Gurevici nu s-a eliberat de schemele pur mecaniciste și nu ține

¹ Vezi „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 19—21 ; V. A. Ambarțumian : „Referat introductiv la simpozionul privind evoluția stelelor”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 145.

² Vezi „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 121—123.

³ A. I. Lebedinski : „Ipoteza privind formarea stelelor” în „Voprosi kosmogonii”, vol. 2, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1954, pag. 5—149.

seama de întreaga diversitate a forțelor care acționează în stele, lucru care a fost subliniat la cea de-a doua consfătuire în problemele de cosmogonie¹. Multe din concluziile ei nu sînt confirmate prin observații. Aceasta se referă îndeosebi la concluzia privind rolul universal al procesului captării de substanță de către stele, care nu este, fără îndoială, factorul hotărîtor în dezvoltarea lor.

**Ipotezele nebulare
ale orientării
bazate pe observație**

Aici trebuie să menționăm lucrările academicianului V. G. Fesenkov, ipoteza lui J. Oort — L. Spitzer și, pe de altă parte, ideile lui B. A. Voronțov-Veliaminov despre rolul expulzării nemijlocite de materie din stele.

a) V. G. Fesenkov și D. A. Rojkovski², studiind particularitățile de structură ale nebuloaselor de gaze și pulberi, au găsit că se poate stabili o serie a formelor acestor nebuloase, începînd cu norii difuzi imenși, fără contur precis, și terminînd cu nebuloase pur filamentoase, formate din filamente între care practic nu există materie difuză. Trecerea de la nebuloasele difuze la cele filamentoase este însoțită nu numai de complicarea formei, ci și de creșterea densității (de la 10^{-22} g/cm³ la 10^{-19} g/cm³). După părerea lui V. G. Fesenkov, nebuloasele filamentoase se află într-un stadiu de dezvoltare care precede nemijlocit destrămarea lor în diferite condensări ce se transformă apoi în stele. Filamente formate din diferite condensări se pare că au fost găsite de V. G. Fesenkov și D. A. Rojkovski în unele nebuloase. În aceleași nebuloase au fost descoperite și „poteci de stele” din stele pe deplin constituite, reproducînd structura nebuloasei din care au provenit conform teoriei lui V. G. Fesenkov.

¹ Vezi „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 432—433, 443—447, 525—527.

² V. G. Fesenkov: „Formarea stelelor ca un proces care se observă în natură”, în „Buletinul Academiei de Științe a U.R.S.S.” nr. 6, 1952, pag. 41—50. „Originea și dezvoltarea corpurilor cerești după datele actuale”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S. „Contribuții la problema originii stelelor”, în „Buletinul Institutului de astrofizică al Academiei de Științe a R.S.S. Kazahe”, vol. 2, 1956, pag. 3—33.

b) O altă variantă a ipotezei nebulare a fost formulată de J. Oort și L. Spitzer, care au schițat un tablou al formării asociațiilor stelare din gaze¹. Ei au considerat o nebuloasă mare cu o masă de câteva zeci de mii de mase solare. Dacă în ea se formează o stea fierbinte, atunci radiația ei va ioniza hidrogenul din nebuloasă la început numai în zona cea mai apropiată de stea. Datorită ionizării, temperatura în locul respectiv al nebuloasei se va ridica de la un nivel foarte scăzut pînă la 10 000 de grade și, în mod corespunzător va crește de multe ori presiunea. Gazul începe să se dilate, antrenînd masele reci înconjurătoare. În urma dilatării, densitatea nebuloasei scade, ea devine mai transparentă și radiația stelei pătrunde tot mai departe, ionizînd mase noi de gaz și accelerînd procesul dilatației. La limitele de acțiune a radiației stelei se formează condensări de substanță; în condensările mai dense, ionizarea are loc mai lent și gazul ionizat va înconjura aceste locuri. Ca urmare vor avea loc o fărîmîtare a frontului rece și condensarea diferitelor lui părți — formarea de globule. Sub acțiunea gazului „fierbinte”, globulele se vor contracta pînă cînd presiunea internă a gazului se va egala cu cea externă, dar în genere, întrucît densitatea gazului fierbinte exterior va crește, condensarea globulei poate fi nelimitată, și aceasta se va transforma într-o stea. Apariția unor asemenea stele va lărgi zona de ionizare și va contribui la formarea de alte stele fierbinți.

Totodată, o parte din gazul ionizat va forma nebuloase dense luminescente de emisie; toate aceste obiecte vor menține viteze de expansiune pînă la 15—20 km/sec., formînd asociații care se destramă. Oort și Spitzer au găsit pe o serie de fotografii ale nebuloaselor fronturi între părțile întunecate și luminoase, numeroase globule al căror aspect exterior corespundea bine tabloului

¹ Vezi „Gas Dynamics of Cosmic Clouds. I.A.U. Symposium nr. 2”, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1955, pag. 147; „Astrophysical Journal”, vol. 121, 1955.

Problemele legate de formarea stelelor și a sistemelor stelare din materie difuză și de dezvoltarea lor sînt analizate în cartea lui S. B. Pikelner: „Fizica mediului interstelar”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1959.

schițat de ei. Ipoteza lui Oort—Spitzer explică unele particularități ale asociațiilor, mișcările lente ale norilor masivi de gaz și mișcările rapide ale norilor mai ușori în nebuloasă. În favoarea ei pledează și datele privind dilatarea gazului în jurul zonelor de hidrogen ionizat. De pildă, în asociația Orion (nebuloasa din Orion) s-a descoperit un înveliș alungit din hidrogen neutru, mai dens decât gazul ionizat din interior și care se dilată cu o viteză de circa 10 km/sec. Totuși, distribuția stelelor fierbinți în cadrul asociațiilor nu se armonizează cu ipoteza lui Oort—Spitzer. Stelele tinere din asociațiile de tip Trapez se găsesc în centrul nebuloaselor strălucitoare sau în norii de gaz ionizat, și nu la periferia lor, după cum presupune această ipoteză. Acest lucru nu se poate explica altfel decât printr-o explozie gigantică și dispunerea în inel a nebuloaselor difuze din unele porțiuni ale Căii Lactee.

c) B. A. Voronțov-Veliaminov a arătat încă în 1931 că în fața ochilor noștri stelele — Novele, cele asemănătoare Novelor și altele — expulzează în spațiu materie difuză. În afară de aceasta se observă o expansiune nelimitată a nebuloaselor planetare și o radiație corpusculară a stelelor care vine în ritm deosebit de rapid de la stelele Wolf—Rayet. De aici B. A. Voronțov-Veliaminov a tras concluzia că, practic, întreaga materie difuză a apărut, poate, ca un „produs secundar” al dezvoltării stelelor și că această materie difuză (cu o compoziție chimică întrucâtva modificată) poate să contribuie din nou la formarea de stele tinere.

Această ultimă ipoteză se lovește de dificultatea care constă în faptul că masele unor nebuloase difuze depășesc de câteva ori masele gigantelor fierbinți din asociația legată de ele. Totuși, expulzarea materiei difuze de către stele există de fapt, și rolul acestui proces în formarea elementelor din constituția Galaxiei trebuie să fie lămurit în viitor.

Conceptiile nebulare contemporane pornesc de la observații și încearcă să schițeze tabloul proceselor cosmogonice prin folosirea și analiza unui considerabil material dat de observații. Dar, în acest caz, nu se iau în seamă unele fapte și considerații de importanță destul de mare.

Care sînt temeiurile, bazate pe observații, pentru presupunerea că stelele se formează din materie difuză? Există oare dovezi directe că nebuloasele se transformă în stele? Deocamdată aceste dovezi sînt cu totul insuficiente. Interesantele cercetări ale lui V. G. Fesenkov au provocat unele obiecții din partea astronomului american O. Struve și a observatorului francez Ch. Ferencback. Toate acestea ne arată că ar fi prematur să tragem concluzii definitive. După cum am remarcat, în ipoteza lui Oort—Spitzer multe lucruri se bazează pe speculații. Trebuie să menționăm și faptul că nebuloasele nu se află în stare de echilibru și trebuie să se destrame într-un timp de ordinul a cîtorva milioane de ani, adică, la scară cosmică, destul de repede.

Între stele și nebuloasele difuze există fără îndoială o legătură genetică. Dar care este caracterul acestei legături? În principiu pot fi concepute două posibilități:

1) formarea stelelor din nebuloase difuze (această posibilitate este adoptată de autorii ipotezelor expuse mai sus); 2) apariția concomitentă a unor stele și nebuloase difuze din corpuri de natură protostelară (această posibilitate a fost indicată de acad. G. A. Șain). V. A. Ambarțumian¹ a citat argumente care infirmă direct ipotezele apariției grupurilor de stele din nebuloase și care pledează pentru formarea lor concomitentă. Să enumerăm unele dintre aceste argumente.

1) Asociația stelară din constelația Perseu este așezată într-o regiune unde este prea puțină materie difuză. Totodată, această asociație este deosebit de bogată în supragigante și multe dintre ele sînt foarte tinere, adică formarea de stele în asociație continuă și astăzi.

2) Densitatea materiei difuze în Micul Nor al lui Magellan este mai mare decît densitatea respectivă din Marele Nor al lui Magellan. Totodată, Marele Nor al lui Magellan este cu mult mai bogat în asociații, mai ales asociații din stele cu luminozitate mare. Dacă stelele s-ar forma din materie difuză, am observa un tablou diametral opus.

¹ V. A. Ambarțumian : „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 322—323 ; „Cosmogonia”, vezi culegerea „Astronomia în U.R.S.S. în decurs de 40 de ani (1917—1957)”, pag. 357—358.

3) În unele roiuri globulare ale Galaxiei există diferite stele tinere de mare luminositățe. Or, la distanțe mari față de planul Galaxiei, densitatea materiei difuze este mică și condițiile pentru formarea stelelor lipsesc acolo în genere.

4) Unele asociații conțin nebuloase mai mult sau mai puțin simetrice, cu o masă mare și o formă inelară, care se dilată aproximativ cu aceeași viteză ca și grupurile stelare din asociații. În părțile lor centrale se află uneori grupuri de gigante fierbinți. Din punctul de vedere al ipotezei că stelele ar proveni din nebuloase difuze, aceste fapte sînt absolut inexplicabile.

5) Într-o serie de cazuri putem fi siguri că formarea nebuloasei nu s-a produs înainte de formarea stelei (radionebuloasele, nebuloasele planetare și cometare).

Faptele expuse arată că trebuie consolidate bazele întemeiate pe observație ale ipotezelor nebulare din cosmogonia stelară.

**Concepția lui
V. A. Ambarțumian**

După părerea noastră, prezintă un interes deosebit rezultatele cercetărilor întreprinse de V. A. Ambarțumian și colaboratorii lui. Vom analiza concepția lui V. A. Ambarțumian, acordînd atenție nu numai concluziilor ei finale, ci și căii, metodei prin intermediul căreia au fost obținute aceste concluzii.

Acum 20—25 de ani, V. A. Ambarțumian a formulat două obiective de o însemnătate principială pentru cosmogonia stelară: 1) studierea diferitelor tipuri de sisteme stelare; 2) studierea obiectelor care se află în stadii de cotitură ale dezvoltării. Concepția cosmogonică a lui V. A. Ambarțumian s-a cristalizat în procesul rezolvării acestor probleme.

În Galaxia noastră trebuie să aibă loc, pe de o parte, procese de dezagregare a stelelor duble în componentele lor și, pe de altă parte, procesele inverse ale apariției de noi perechi prin captare, ceea ce devine posibil în anumite condiții, în cazul apropierii a trei stele izolate. Asemenea cazuri vor fi foarte rare, dar în principiu ele nu sînt excluse. Dacă Galaxia ar exista suficient de multă vreme, între aceste procese contrarii s-ar stabili un echilibru în care raportul dintre numărul stelelor duble și numărul stelelor izolate ar avea o valoare

numerică bine precizată. J. Jeans afirma că Galaxia a atins o stare de echilibru și deducea de aici că vârsta stelelor duble nu poate fi mai mică de 10^{13} — 10^{14} ani. În 1937, calculele lui Jeans au fost criticate de V. A. Ambarțumian¹, care a arătat că vârsta stelelor duble nu depășește 10^9 — 10^{10} ani, întrucît raportul care se observă dintre numărul stelelor duble și numărul stelelor izolate depășește de fapt de zeci de milioane de ori valoarea de „echilibru”. Aceasta permite să se răspundă absolut univoc la întrebarea dacă stelele duble au provenit pe calea captării sau au luat naștere împreună. Dacă ar fi avut loc o captare, raportul dintre numărul stelelor duble și numărul stelelor izolate nu ar fi depășit niciodată valoarea de „echilibru”. Prin urmare, stelele care formează sistemele duble au luat naștere împreună. Acest lucru este valabil și pentru alte stele multiple, precum și pentru roiurile stelare: stelele care intră în componența lor au luat naștere împreună. V. A. Ambarțumian a stabilit, de asemenea², că unele stele izolate trebuie să provină din roiuri și au luat naștere în grupuri, întrucît unele roiuri stelare sînt nestabile și trebuie să se descompună într-o perioadă de ordinul cîtorva miliarde de ani. Pe de altă parte, studierea gigantelor fierbinți care expulzează materie a dus la concluzia că ele reprezintă obiecte tinere. Din faptele enumerate decurgea în mod logic că stelele în Galaxie pot apărea în grupuri și în perioade diferite. Prin aceasta, în starea actuală a Galaxiei, în structura ei au fost găsite „urme” ale proceselor dezvoltării care au dus-o la starea pe care o observăm. Problema următoare consta în a descoperi și a cerceta aceste procese. În 1947, V.A. Ambarțumian a descoperit grupuri nedescompuse încă de stele foarte tinere sub forma *asociațiilor stelare*. Vârsta unei asociații stelare nu depășește 10^5 — 10^7 ani. De aici urma în mod cu totul incontestabil că stelele se formează în Galaxie în grupuri și că formarea lor are loc și în zilele noastre.

¹ V. A. Ambarțumian : „Contribuții la statistica stelelor duble”, în „Lucrări științifice”, vol. 1, pag. 142—157.

² Vezi V. A. Ambarțumian : „Cosmogonia” în culegerea „Astronomia în U.R.S.S. în decurs de 40 de ani (1917—1957)”, pag. 356.

„Însuși faptul existenței asociațiilor stelare, precum și prezența în ele a unor particularități structurale constituie o dovadă că *apariția de stele continuă intens și astăzi în Galaxie... stelele apar în grupuri* din corpuri de natură protostelară”¹.

Oare toate stelele din Galaxie au apărut în asociații? Stelele care s-au format în asociații intră în constituția unor subsisteme plane și în unele cazuri în constituția unor subsisteme intermediare. Întrucât asociația există o perioadă scurtă, înseamnă că în perioada de existență a Galaxiei au apărut și s-au destrămat milioane de asociații. De aici urmează că majoritatea stelelor care fac parte din subsistemele plane și, poate, și intermediare au putut apărea în asociații stelare. Stelele unor asemenea subsisteme apar din asociații O, iar stelele subsistemelor intermediare din asociații T. Cum apar stelele din subsisteme sferice? Multe dintre ele sînt concentrate în roiuri stelare sferice. „Se poate afirma că stelele care intră în fiecare roi sferic au apărut în comun. Este pe deplin posibil ca unele roiuri sferice să fi fost formațiuni nestabile și să se fi dispersat, intrînd, în acest fel, în constituția cîmpului stelar general al subsistemelor sferice. De aceea este pe deplin posibil ca și pentru aceste stele să aibă loc o variantă a legii formării stelelor în grup. Acest lucru mai are încă nevoie de confirmare”².

Studierea structurii discrete a asociațiilor stelare a dus la concluzia că nu toate stelele asociației apar în același timp. Sistemele de tipul Trapezului din Orion și lăncișoarele stelare trebuie să fie cu mult mai tinere decît ceilalți membri ai asociației. Aceste grupuri sînt concentrate în volume mici. De aici V. A. Ambarțumian a conchis, în primul rînd, că apariția stelelor în asociații are loc în grupuri, în perioade diferite și în locuri diferite și, în al doilea rînd, că apariția stelelor are loc în regiuni relativ mici ca volum (circa 0,1 parsec).

Analiza concretă a particularităților discrete ale structurii Galaxiei și a proceselor nestaționare care au

¹ „Lucrările celei de-a doua consfătuiri în problemele de cosmogonie”, pag. 41.

² V. A. Ambarțumian : „Cosmogonia”, în culegerea „Astronomia în U.R.S.S. în decurs de 40 de ani (1917—1957)”, pag. 357.

loc în ea ne-a dat posibilitatea să ne apropiem de momentul însuși al formării grupurilor stelare. Problema următoare care trebuia rezolvată consta în găsirea materiei din care se formează stelele. Deocamdată nu s-a reușit să se observe nemijlocit materia „protostelară”, după cum nu s-a reușit să se observe procesul însuși al nașterii stelelor. Dar faptul formării grupurilor stelare într-un volum relativ mic și al împrăștierei ulterioare a acestor grupuri dovedește că „protostelele” au o masă mare și o rază mică.

Protostelele trebuie să aibă o natură cu totul diferită de a stelelor obișnuite și a nebuloaselor. Ele au capacitatea de a conține în stare potențială mari cantități de energie. Acest lucru este posibil în cazul când protostelele au o densitate supraridică, care se apropie de densitatea nucleelor atomice. Dar protostelele nu radiază o cantitate vizibilă de energie, adică se abat mult de la raportul masă-luminozitate¹. Proprietățile unor asemenea stări ale materiei au fost analizate de V.A. Ambarțumian și G.S. Saakian². În urma fărâmițării protostelelor într-o serie de părți (mecanismul acestui proces nu este deocamdată elucidat) apar „fragmente” cu o masă de ordinul masei unei stele. Aceste fragmente sînt nestabile și se transformă repede în stele. Masa rămasă a fostei protostele formează o nebuloasă. În unele cazuri, cu prilejul destrămării protostelei apare numai un grup stelar, în alte cazuri apare numai o nebuloasă, deși în cazul general are loc apariția concomitentă a grupului stelar și a nebuloasei difuze.

În transformările de acest gen, o parte din energia potențială concentrată în protostea se transformă în energia cinetică a expansiunii grupurilor stelare și a nebuloaselor difuze legate de ele. Stelele care s-au format sînt nestaționare. Ele pot reprezenta obiecte Herbig—Haro, care se transformă apoi în stele de tip T Taur. Materia care este expulzată din stelele de acest tip poate

¹ V. A. Ambarțumian : „Contribuții la problema originii stelelor”, în culegerea „Procese nucleare din stele”, I. L., 1957, pag. 226—232.

² V. A. Ambarțumian și G. S. Saakian : „Despre gazul supradens degenerat al particulelor elementare”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXVII, nr. 2, 1960, pag. 193—209 ; G. S. Saakian : „Stele hiperonice”, în „Priroda”, nr. 11, 1960, pag. 14—21.

constitui baza unor nebuloase în formă de cometă. Emisia continuă în spectrele stelelor de tip T Taur și ale variabilelor „care explodează” se explică, după părerea lui V.A. Ambarțumian ¹, prin aceea că, după formarea stelei, în adâncurile ei mai rămîne o cantitate oarecare de materie „protostelară”. Ea poate fi expulzată pe o cale sau alta în straturile superficiale ale stelei (se pare că această expulzare de energie are loc în porții), unde se eliberează provocînd explozia stelei. Aceeași natură o are lumina nebuloaselor cometare.

În procesul formării stelelor înseși pe seama masei „excedentare”, care nu a fost folosită la formarea stelei, se pot naște, potrivit ipotezei lui G.A. Gurzadian ², nebuloasele planetare. Fiind rezultatul „umflării” stelelor în momentul apariției lor, nebuloasele planetare caracterizează condițiile în care steaua, din stare nestaționară, trece în stare staționară. Potrivit calculelor lui G.A. Gurzadian, o parte considerabilă dintre stelele componente intermediare au putut apărea ocolind stadiul nucleelor de nebuloase planetare.

În ceea ce privește nebuloasa Crabului, și aici emisia continuă din spectru poate fi explicată prin dezagregarea materiei protostelare, așa încît steaua slabă aflată în centrul acestei nebuloase poate fi restul unei protosteie. Așadar, după părerea lui V.A. Ambarțumian, cel puțin în unele cazuri, procesele de formare a nebuloaselor din protosteie sînt legate de exploziile supranovelor. O oarecare asemănare între nebuloasele cometare și nebuloasa Crabului, după părerea lui V. A. Ambarțumian ³, poate indica legătura :

Stele tip T Taur — nebuloase cometare — nebuloasa Crabului.

V.A. Ambarțumian numește deocamdată ipoteza cu privire la protosteie doar „ipoteză de lucru” și menționează că această ipoteză, poate, „nu corespunde pe de-

¹ Vezi V. A. Ambarțumian : „Fenomenul de emisie continuă și izvoarele energiei stelare”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 189—212.

² Vezi G. A. Gurzadian : „Dinamica nebuloaselor planetare”, în „Voprosi kosmogonii”, vol. VI, 1958, pag. 155—210.

³ Vezi culegerea „Stele nestaționare”, Editura Academiei de Științe a R.S.S. Armene, 1957, pag. 82.

plin adevăratei stări de lucruri. Este pe deplin probabil ca realitatea să fie cu mult mai complexă”¹.

Dar succesele obținute în cursul elaborării și concretizării concepției lui V.A. Ambartsumian arată și caracterul fructuos al ipotezei cu privire la protostele. Nu este exclus ca să avem aici posibilități principial noi în elucidarea esenței proceselor din cosmos. Ipoteza cu privire la protostele, scoțind în evidență însemnătatea imensă a proceselor de explozie, de dezintegrare, de dezagregare care au loc în dezvoltarea obiectelor cosmice, conține prin aceasta elemente de asemănare cu ipoteza erupției, propusă pentru explicarea fenomenelor de amploare cu totul diferită. Aceasta subliniază apropierea dintre natura fizică a corpurilor stelare și a celor planetare.

Concepția lui V.A. Ambartsumian nu exclude posibilitatea formării stelelor și din materie difuză, dacă considerăm aceste procese una din ramurile circuitului general al materiei, în condițiile căruia sînt posibile treceri de substanță din stare supradensă în stare difuză și din stare difuză în stare supradensă.

**Interpretarea
evoluționistă
a diagramei
„spectru-luminozitate”**

Caracterul neuniform al dispunerii stelelor în diagrama spectru-luminozitate poate fi explicat pe două căi: 1) presupunînd că în procesul de dezvoltare steaua se deplasează în diagramă de-a lungul (sau în limitele) unei serii sau alteia; 2) presupunînd că dezvoltarea stelei nu este legată de serii, dar că cea mai mare parte a vieții stelei se desfășoară în regiunile „populate” ale diagramei.

Prima ipoteză care se sprijină pe fapte nemijlocit observate stă la baza reprezentărilor despre dezvoltarea stelei pe seama pierderii de masă din cauza expulzării continue de materie². În conformitate cu această ipoteză,

¹ Vezi „Astronomia în U.R.S.S. în decurs de 40 de ani (1917—1957)”, pag. 359.

² V. G. Fesenkov: „Radiația corpusculară ca factor al evoluției Soarelui și stelelor”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1952; A. G. Masevici: „Structura și evoluția stelelor”, în „Priroda”, nr. 8, 1950, pag. 9—15; „Evoluția stelelor în roiurile stelare disperse și în asociațiile stelare”, în „Voprosi kosmogonii”, vol. V, 1957, pag. 56—83.

dezvoltarea stelei are loc de-a lungul seriei principale (de sus în jos), fiind însoțită de pierdere de masă de la suprafață și de transformarea hidrogenului în heliu. A. G. Masevici a arătat că un asemenea proces poate explica dezvoltarea unei părți a stelelor fierbinți : Wolf—Rayet, O—B și a altor stele cu mișcări interne furtunoase (stelele T Taur, variabilele „care explodează” etc.), la care se observă o radiație corpusculară intensă. Dar, deocamdată, nu este clar cât de efectiv este acest proces în dezvoltarea tuturor stelelor în diferitele perioade ale vieții lor.

În prezent, cea mai răspândită este ipoteza că steaua își păstrează practic o masă constantă în cursul celei mai mari părți din viață. Această ipoteză își găsește fundamentarea empirică în analiza diagramei spectru-luminozitate a roiurilor sferice (W. Baum, A. Sandage), iar fundamentarea teoretică în calculele lui F. Hoyle și M. Schwarzschild. În conformitate cu ipoteza menționată, steaua apare din gaze rarefiate reci și parcurge în dezvoltarea sa cinci stadii.

1. În primul stadiu, steaua apare sub forma unei mase foarte rarefiate și reci de gaz. Temperatura din adâncurile ei este cu mult mai scăzută decât cea la care încep reacțiile termonucleare. Steaua nu se află în stare staționară, ci se contractă sub acțiunea forțelor de gravitație. Raza ei se micșorează, iar temperatura crește. La unele stele în acest stadiu de dezvoltare este posibilă expulzarea de masă. Pe diagrama spectru-luminozitate, o asemenea stea se deplasează de la dreapta la stînga, apropiindu-se de seria principală, și în cazul unei mase de ordinul a 20 de mase solare străbate acest stadiu în $3 \cdot 10^4$ ani ; o stea cu o masă de ordinul masei Soarelui îl străbate în $5 \cdot 10^7$ ani, o stea pitică roșie cu o masă de ordinul a 0,2 din masa Soarelui — în 10^9 ani.

2. Într-un anumit moment, temperatura în steaua care se contractă devine suficientă pentru începerea reacțiilor termonucleare — transformarea hidrogenului în heliu. În acest stadiu, stelele cu masă diferită se dispun pe diagramă de-a lungul așa-numitei serii principale inițiale.

3. În al treilea stadiu, steaua aparține seriei principale. Transformarea hidrogenului în heliu continuă în ritmuri suficiente pentru întreținerea luminozității stelei.

În cursul acestui stadiu, masa stelei rămâne neșchimbată, iar luminozitatea și raza ei cresc. Steaua rămâne pe seria principală pînă cînd se epuizează hidrogenul pe care-l conține. Pentru stelele albastre masive aceasta se va întîmpla în 10^7 — $5 \cdot 10^8$ ani. Pentru stelele de tipul Soarelui — în 10^{10} ani, iar pentru stelele pitice galbene și roșii — în 10^{11} — 10^{12} ani.

4. Pe măsura arderii hidrogenului în adîncul stelei, ea se îndepărtează de pe seria principală la dreapta și în sus, în direcția zonei gigantelor roșii. Partea internă a stelei se comprimă cu o viteză mereu crescîndă, învelișul ei se dilată. Luminozitatea stelei crește; la stelele masive (gigantele roșii) are loc o expulzare de materie. Ulterior, temperatura din adîncul stelei poate atinge valori în condițiile cărora devin posibile reacții cu „arderea” heliului și cu formarea unor elemente mai grele. Durata acestui stadiu variază între $5 \cdot 10^6$ ani pentru stelele cu mase de ordinul a circa 30 de mase solare și $5 \cdot 10^9$ — $10 \cdot 10^9$ ani pentru stelele cu mase de ordinul a 1—1,5 mase solare.

5. În acest stadiu, deplasarea stelei pe diagramă are loc din nou de la dreapta la stînga, steaua intersectează seria principală și coboară repede în jos, aruncîndu-și învelișul și parcurgînd regiunea ocupată de nove și de nucleeele nebuloaselor planetare, spre piticele albe. Așadar, potrivit ipotezei examinate, novele, supranovele și nucleeele de nebuloase planetare sînt stele destul de bătrîne, care servesc drept „furnizoare” în spațiul înconjurător a unor mase mari de gaz, cuprinzînd elemente grele. În stelele pitice albe, hidrogenul a ars pretutindeni, în afară de un strat subțire superficial; luminozitatea lor este întreținută prin pierderea energiei calorice reziduale (prin comprimare). Perioada de viață a stelelor pitice albe este de ordinul a $8 \cdot 10^9$ — $10 \cdot 10^9$ ani.

Ipoteza lui F. Hoyle, M. Schwarzschild și a altora nedă posibilitatea să schițăm un „circuit” sui-generis al gazului în Galaxie. La început, gazul interstelar era format mai ales din hidrogen. Pe seama expulzării de materie din stelele aflate în stadiile finale de dezvoltare, gazul interstelar din Galaxie se completează cu elemente grele, care s-au format în adîncurile stelelor.

Pe baza acestei ipoteze ca cele mai bătrâne stele trebuie considerate stelele componentei sferice (galosului), la care conținutul de elemente grele este cel mai mic, iar ca cele mai tinere — stelele componentei plane (discului) cu un conținut mare de elemente grele.

O asemenea concluzie întâmpină obiecții serioase¹; este cu mult mai probabil că stelele discului (populațiile I) nu s-au format din materia expulzată de stelele galosului (populațiile II). Cele două tipuri de populație prezintă poate două căi independente de dezvoltare a stelelor. Imposibilitatea trecerii „populației” galosului II în „populația” „discului” I decurge din faptul că, în condițiile deosebirii de dispunere spațială și de mișcare, existentă între ele, asemenea treceri necesită intervale imense de timp; pe de altă parte, printre populațiile de tip II sînt multe obiecte fără îndoială tinere (vîrsta lor nu depășește 10^8 ani). Există de asemenea unele stadii de dezvoltare pe care le parcurg stelele populației II, dar care nu sînt proprii stelelor populației I (de pildă stadiul variabilelor cu perioadă scurtă de tip RR Lira). De aici este logic să conchidem că avem în fața noastră căi diferite de dezvoltare a stelelor, cu atît mai mult cu cît și mecanismul formării lor diferă la populațiile stelare de tipuri diferite.

Ipotezele expuse cu privire la dezvoltarea stelelor sînt foarte importante. Ele nu pot fi totuși considerate ca riguros dovedite sau ca definitive. Numai viitorul, probabil nu prea îndepărtat, va putea judeca despre aceasta.

3. COSMOGONIA GALAXIILOR

Observații
generale

În cosmogonia galaxiilor, ca și în cosmogonia stelară, putem distinge două orientări principale: orientarea clasică și cea contemporană, bazată pe observație. Orientarea clasică se întemeiază pe dezvoltarea ideilor lui J. Jeans despre formarea galaxiilor prin condensarea gazului rarefiat și este legată de numele lui F. Hoyle, K. Weizsäcker, J. Oort,

¹ V. A. Ambartsumian: „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 323—326.

W. Baum, L. E. Gurevici, A. I. Lebedinski. Orientarea bazată pe observație este reprezentată prin concepția lui V. A. Ambartumian, care a ajuns la concluzia că nu numai dezvoltarea stelelor, ci și dezvoltarea galaxiilor merge de la stările supradense către stări mai puțin dense. Tocmai în lumea galaxiilor avem, după cum consideră V. A. Ambartumian, cele mai puternice argumente în favoarea unei asemenea presupuneri. Să comparăm cele două concepții.

**Ipotezele
orientării clasice**

O ipoteză amănunțită cu privire la originea și dezvoltarea galaxiilor a fost elaborată de J. Jeans (1919)¹.

Jeans presupunea că mediul primar extrem de rarefiat din Metagalaxie s-a descompus în diferite condensări cu mase de ordinul maselor galaxiilor. Dezvoltarea unei galaxii este determinată de comprimarea ei și de turtirea ei treptată. Galaxia ia treptat forma unui bob de linte. Ulterior, din cauza expulzării de materie de la ecuatorul galaxiei, se formează brațele ei spirale. Ipoteza lui Jeans a provocat o serie de obiecții serioase. Vîrsta galaxiilor este de o mie de ori mai mică decît aceea pe care a stabilit-o Jeans. După părerea lui Jeans, galaxiile eliptice trebuie să fie gazoase, dar în realitate s-au găsit foarte puține gaze în ele.

În 1951 și-a publicat lucrarea privind originea și dezvoltarea galaxiilor K. Weizsäcker. El considera că galaxiile s-au format din vîrtejuri turbulente, care au luat naștere în gazul metagalactic primar. În urma comprimării norului turbionar, el se turtește și capătă forma unui disc spiral cu un nucleu central. Galaxiile eliptice sînt, după părerea lui Weizsäcker, galaxii spirale care și-au pierdut brațele.

În 1953, F. Hoyle a emis o ipoteză după care norul întins rarefiat de materie difuză se descompune în galaxii care apar în grupuri, iar apoi în stadiile timpurii de dezvoltare ale galaxiilor în ele se formează stele.

În 1954 și-au expus ipoteza asupra formării și dezvoltării galaxiilor L. E. Gurevici și A. I. Lebedinski². Po-

¹ Vezi, de pildă, J. Jeans : „Universul din jurul nostru”, Editura de stat tehnică-teoretică, Moscova-Leningrad, 1932

² Vezi L. E. Gurevici : „Evoluția sistemelor stelare”, în „Voprosi kosmogonii”, vol. II, pag. 151—260.

trivit concepțiilor acestor autori, galaxiile iau naștere din „protogalaxii”, care se formează în urma acumulării unor mase uriașe de materie rarefiată. În procesul acumulării materiei difuze, „protogalaxia” începe să se comprime la început lent, iar apoi din ce în ce mai repede, pînă cînd se transformă într-un disc subțire. Acest proces duce treptat la transformarea „protogalaxiei” în galaxie. Toate galaxiile apar la început ca spirale, iar apoi se transformă în eliptice.

Schema lui L.E. Gurevici și A.I. Lebedinski nu explică structura spirală a galaxiilor și intră în contradicție cu faptele sub alte aspecte importante¹. Cea mai nouă variantă a concepției clasice, întemeiată pe cercetările lui K. Weizsäcker, J. Oort, M. Schmidt, W. Baum, constă în următoarele.

Comprimarea mediului gazos rarefiat sub acțiunea forțelor de gravitație îl duce la descompunere într-un număr de condensări cu mase de ordinul maselor roiurilor de galaxii. În timpul comprimării condensării gazoase se degajează energia gravitațională, care se transformă în energia cinetică a diferitelor particule ale condensării. Comprimîndu-se, condensarea se descompune în nori mai mici cu viteze relative mari, nori din care se formează galaxiile. Comprimarea continuă a condensărilor a fost din nou însoțită de dezagregarea lor; așa s-au format roiurile globulare și stelele subsistemelor sferice. Stelele cu mase mari au parcurs rapid ciclul de dezvoltare pe seama reacțiilor nucleare. Compoziția lor chimică s-a schimbat din cauza apariției elementelor grele. În urma expulzării de gaze, aceste stele au îmbogățit mediul interstelar cu elemente grele. Mișcările turbionare din sistemul gazului au dus la ciocnirea diferitelor mase gazoase și gazul „se depunea” în regiunea centrală a galaxiei. Totuși, din cauza rotației galaxiei, gazul nu s-a masat în regiunea centrului, ci s-a adunat în „discul” plan cu o concentrație considerabilă spre centrul galaxiei. În centrul galaxiei, unde gazul se adună din toate părțile și este comprimat de gravitație mai puternică decît în regiunile ei periferice, procesul de formare

¹ Vezi M. S. Eighenson : „Astronomia extragalactică”, Editura de stat pentru fizică și matematică, 1960, pag. 387—388.

a stelelor are loc relativ repede și gazul se epuizează repede în această regiune. Așa apar nucleele dense din galaxii și din roiurile globulare. În disc, unde atracția spre planul galaxiei este mai mică decât în centru și câmpul magnetic puternic împiedică formarea de stele, formarea stelelor are loc mai lent și gazul s-a mai conservat într-o măsură considerabilă sub formă de nebuloase și mediu interstelar. Reziduurile de gaz și stelele tinere formează brațele spirale. Așa apar galaxiile spirale.

Dacă galaxia are o masă suficient de mare, dar are o rotație lentă, gazul se va comprima repede spre centrul de greutate al sistemului. Densitatea gazului în centru va fi foarte mare și procesul de formare a stelelor va avea loc în mod rapid. Așa apar galaxiile eliptice.

Dacă galaxia are o masă mică, îngrămădirea gazului spre centru are loc în mod lent, gazul rămâne relativ rarefiat, apariția stelelor nu are loc în ritm prea rapid și galaxia va aparține tipului celor neregulate.

Prin urmare, deosebirea dintre tipurile de galaxii se explică prin faptul că ele se dezvoltă paralel în condiții inițiale diferite și nu reprezintă stadii diferite ale aceluiași lanț al dezvoltării, cum considerau încă nu de mult adepții acestei concepții.

**Cercetările lui
B. A. Voronțov-
Veliaminov**

Mulți adepți ai orientării clasice în cosmogonia galaxiilor (de pildă astronomul suedez E. Holmberg) considerau că sistemele multiple reprezintă rezultatul unor întâlniri întâmplătoare între galaxii care au fost mai înainte independente. Prof. B. A. Voronțov-Veliaminov, pe baza cercetărilor sale asupra galaxiilor multiple, și îndeosebi asupra galaxiilor ce se întrepătrund și sînt în interacțiune, respinge cu hotărîre ipoteza despre caracterul întâmplător al întâlnirilor dintre galaxii și afirmă că ele trebuie să se fi format laolaltă¹. El a tras concluzia că în dezvoltarea galaxiilor se manifestă în proporții gigantice forțe de o natură necunoscută încă. În privința originii galaxiilor, B.A. Voronțov-Veliaminov susține părerea că ele s-au format pe o cale sau alta din gaze.

¹ Vezi B. A. Voronțov-Veliaminov : „Interacțiunea galaxiilor și natura brațelor, punților de legătură și cozielor lor”, în „Astronomiceskii jurnal”, vol. XXXV, partea a 6-a, 1958, pag. 858—868.

Conceptia lui
V. A. Ambartumian

V.A. Ambartumian a arătat că problema originii galaxiilor nu poate fi separată de problema originii grupurilor și roiurilor de galaxii. În perioada de existență a galaxiilor (cîteva miliarde de ani), schimbările din dispoziția componentelor galaxiilor multiple și roiurilor de galaxii trebuie să fie neînsemnate. Adică atît galaxiile multiple cît și roiurile de galaxii în starea lor actuală trebuie să păstreze urme distincte ale condițiilor inițiale de formare a acestor sisteme.

Printre roiurile și grupurile de galaxii există unele staționare (stabile), care pot exista multe miliarde de ani, și altele nestaționare (nestabile), care trebuie să se descompună într-un timp de ordinul a sute de milioane sau a 1—2 miliarde de ani. Dar grupurile și roiurile de galaxii nu se pot „îmbogăți” prin captarea unor galaxii care au apărut independent de ele. În special nu pot apărea, în urma captării reciproce, galaxii duble și multiple. În privința acestor galaxii se poate repeta aceeași concluzie care a fost trasă în privința stelelor: trebuie să conchidem că componentele care intră în constituția respectivei galaxii duble sau multiple s-au format împreună¹.

În 1955, V.A. Ambartumian a stabilit că unele sisteme multiple de galaxii sînt, fără îndoială, tinere. Este vorba despre sistemele de tip Trapez, care constituie cel puțin jumătate dintre toate galaxiile multiple, cît și despre alte cîteva sisteme multiple, ale căror componente au viteze reciproce destul de mari pentru ca sistemul să se destrame. De aici rezultă că apariția galaxiilor multiple în Metagalaxie are loc și în epoca noastră. Dar întrucît grupurile de galaxii se descompun în galaxii izolate independente, afirmația formulată privește și unele galaxii izolate.

Dacă componentele unui sistem multiplu s-au format împreună și în prezent se îndepărtează una de alta, atunci într-un trecut relativ nu prea îndepărtat fiecare grup constituia un sistem mai strîns decît îl observăm în prezent. V.A. Ambartumian consideră că nucleul unei

¹ Vezi V. A. Ambartumian: „Despre galaxiile multiple”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 254—274.

galaxii existente se împarte, din cauze deocamdată necunoscute, în mai multe părți care pun bazele unor galaxii independente¹. Procesul de diviziune are loc într-un volum mic, măsurabil în parseci sau zeci de parseci. Părțile nucleului care s-a împărțit trebuie să se îndepărteze una de alta în perioada inițială cu viteze de câteva sute sau chiar de câteva mii de kilometri pe secundă. În caz contrar, atracția lor reciprocă nu va putea fi învinsă și se vor obține câteva galaxii cu centri deplasați, care se vor contopi din nou într-o singură galaxie. Împărțirea nucleului galaxiei și îndepărtarea reciprocă ulterioară a produselor diviziunii — a noilor nuclee — trebuie să provoace procese nestaționare impetuoase, care ar putea dura câteva zeci de milioane de ani. Ne putem imagina că noile nuclee, înainte de a ajunge în stări staționare, eliberează din ele învelișuri formate din stele și gaze. Galaxiile tinere care se află într-un proces de devenire se mișcă repede prin Galaxia din nucleul căreia au fost expulzate.

După părerea lui V.A. Ambartsumian, acesta este tabloul proceselor nestaționare furtunoase pe care îl observăm la radiogalaxiile Lebăda A și Perseu A. În ele a avut loc diviziunea nucleelor, dar despărțirea deplină a galaxiilor nu s-a produs încă². Aceste radiogalaxii reprezintă perechi supradense — sisteme care se întrepătrund, în care centrul unui sistem este dispus adânc în cadrul celuilalt. Faptul emiterii de unde radio trebuie privit în acest caz ca o dovadă a ciocnirii maselor de gaze interstelare. Paralel cu diviziunea nucleelor de galaxii pot avea loc procese de expulzări din nucleele de galaxii a unor mase relativ mici. Masele expulzate se transformă într-un termen scurt în conglomerate formate din stele nestaționare tinere, gaze interstelare și nori de electroni rapizi. O asemenea expulzare care are un colorit albastru o observăm, de pildă, la radiogalaxia Fe-

¹ Vezi V. A. Ambartsumian: „Despre evoluția galaxiilor”, în „Lucrări științifice”, vol. 2, pag. 298—328.

² Astronomii americani W. Baade și R. Minkowsky presupuneau că emiteria de unde radio de către obiectele menționate este rezultatul unei ciocniri întâmplătoare a două galaxii mai înainte independente. Această explicație întâmpină însă dificultăți serioase și este cu totul lipsită de probabilitate.

cioara A. În multe cazuri, obiectele expulzate din nucleele galaxiilor (ele au un colorit albastru clar vizibil și, de regulă, nu sînt legate printr-un șuvoi de galaxia principală) constituie de fapt galaxii separate. Galaxiile albastre, descoperite la periferia unui șir de galaxii eliptice, ne demonstrează marea activitate cosmogonică a galaxiilor eliptice și a nucleelor lor.

Punțile de legătură și filamentele dintre galaxii apar, după părerea lui V.A. Ambartsumian, în cazul îndepărtării reciproce a două sau a cîtorva galaxii apărute dintr-un singur nucleu. Ele constituie ultima verigă care leagă între ele galaxiile care s-au separat.

Dacă filamentele care leagă între ele, de pildă, o pereche de galaxii spirale apar în procesul împărțirii nucleului inițial, atunci și structura spirală a galaxiilor care au luat naștere trebuie să fie strîns legată de acest proces. Cu alte cuvinte, apariția structurii spirale a galaxiilor este legată, după părerea lui V.A. Ambartsumian (în multe cazuri, însă nu obligatoriu în toate), de caracterul dublu sau multiplu al galaxiei. Un argument în favoarea acestei concepții este, după părerea lui, existența la unele galaxii spirale a unui satelit care se află la capătul brațului spiral, așa încît componentele acestei galaxii duble se ating între ele. Acești sateliți sînt formați din „populații” de tip II, dar există cazuri cînd brațul spiral se termină printr-un satelit care constituie un conglomerat de obiecte cu populație de tip I. La periferia galaxiilor spirale se observă uneori formațiuni constituite dintr-un ansamblu de asociații O (supraasociații), care prin proporțiile lor sînt absolut comparabile cu galaxiile izolate. Alte galaxii conțin supraasociații cu totul analoge în brațele spirale; reiese că între condensările obișnuite din brațe și galaxiile-sateliți nu există o deosebire netă. V.A. Ambartsumian presupune că formarea supraasociațiilor nu poate fi explicată pornind de la presupunerea că ele au apărut nemijlocit din gaz. Un nor gazos de dimensiuni atît de mari, separîndu-se de nucleul central, trebuie să se fi risipit, din cauza rotației galaxiei, prin întregul ei volum.

Dacă nucleele galaxiilor ar fi formate din stele, procesele descrise (diviziunea nucleelor, expulzarea de șu-

voaie radiale și de brațe spirale) ar fi cu neputință. Trebuie să admitem, după cît se pare, că nucleeele galaxiilor conțin corpuri cu mase mari, de dimensiuni mici și de mare densitate, care nu numai că sînt în stare să se împartă în părți ce se îndepărtează una de alta cu mari viteze, ci pot să expulzeze în afară condensări de materie cu mase care depășesc de multe ori masa Soarelui. Corpurile noi, care se nasc în urma diviziunii sau expulzării, se îndepărtează de volumul nucleului inițial cu viteze suficiente pentru a învinge atracția spre acest volum și eliberează mase considerabile de gaze, precum și condensări mai dense. Peste cîtva timp aceste condensări ajung într-o stare cvasistabilă sub acțiunea propriei atracții, adică se transformă în stele.

Nu toate transformările despre care s-a vorbit trebuie să se termine direct după formarea brațului spiral sau a unei noi galaxii. Ele pot întîrzia în urma trecerii unui șir de fragmente separate într-un fel de stări stabile. Numai după trecerea unei anumite perioade de timp, aceste fragmente se transformă în stele și în gaze. Transformări de acest tip le observăm, după părerea lui V.A. Ambartsumian, în Galaxia noastră, ca fenomene ale apariției stelelor și nebuloaselor în asociații.

Multe galaxii spirale au o structură complexă, ceea ce atestă că procesele de expulzare și ejectare din nucleeele lor au avut loc de mai multe ori și în perioade diferite. De pildă, brațele spirale ale Galaxiei noastre și populația subsistemelor ei plane sînt concentrate în jurul planului principal de simetrie al Galaxiei. Dar Norii lui Magellan se află foarte departe de acest plan. Prin urmare, ei își datorează originea expulzărilor care au avut loc într-o altă perioadă decît expulzările care au format brațele spirale.

În centrul multor roiuri mari de galaxii sînt dispuse una sau două galaxii eliptice gigantice de formă regulată, care se apropie de cea sferică. Împrejurimile nemijlocite ale acestor galaxii sînt pline de un număr considerabil de galaxii de dimensiuni mai modeste și de strălucire moderată. Această particularitate a roiurilor de galaxii ne indică de-a dreptul, după părerea lui V.A. Ambartsumian, uriașul rol cosmogonic al nucleelor galaxiilor

sferice gigantice, care expulzează din interiorul lor nu o singură sau câteva galaxii, ci o mulțime de galaxii. Descoperirea roiurilor de galaxii în expansiune arată, în conformitate cu concepția lui Ambarțumian, că, în lumea roiurilor de galaxii, situația este analogă aceleia pe care o avem în lumea stelelor, cu alte cuvinte galaxiile apar în grupuri, dintre care unele, extinzându-se, se destramă destul de repede. Fenomenul expansiunii unor roiuri de galaxii, în comparație cu fenomenul expansiunii asociațiilor stelare, duce la o foarte importantă concluzie cosmogonică: obiectele cosmice care apar, fie că este vorba de stele, fie că este vorba de galaxii, au de la început o mare energie, ceea ce duce în multe cazuri la dispersarea grupurilor respective.

**Ipoteza
„Universului
în expansiune”**

Descoperirea „deplasării spre roșu” și interpretarea ei ca efect Doppler duc la concluzia că acum 5—10 miliarde de ani galaxiile erau adunate „într-un singur loc”. De aici unii filozofi idealști și unii astronomi cu concepții mistice trăgeau concluzia că ar fi existat un moment al „creației lumii” și că există o forță divină răspunzătoare pentru această creație.

Matematicianul belgian J. Lemaître¹ a „fundamentat” în 1927 ipoteza formării Universului dintr-un „atom-tată” punctiform, care avea o masă egală cu masa totală a galaxiilor pe care le observăm (aproximativ $2,14 \cdot 10^{55}$ g). Explozia bruscă a atomului primar a atras după sine, după părerea lui Lemaître, expansiunea Universului, care continuă și astăzi.

Ipoteza „Universului în expansiune” este considerată de mulți oameni de știință occidentali ca un corolar al teoriei gravitației a lui A. Einstein. Această teorie a stabilit legătura indisolubilă dintre materie și spațiul-timp: proprietățile spațiului sînt determinate de distribuția și de mișcarea maselor gravitaționale, iar mișcarea maselor în câmpul de gravitație — de proprietățile spațiului-timp. Einstein interpreta câmpul de gravitație ca un fel de „curbură” a metricii spațiului-timp. El înțelegea prin

¹ Vezi J. Lemaître: „Universul în expansiune”, în „Mirovedenie”, vol. XXIV, nr. 4, 1935, pag. 225—236.

curbura timpului deosebirea ritmului proceselor în funcție de câmpul de gravitație, iar prin curbura spațiului — deosebirea proprietăților lui de proprietățile spațiului euclidian. Caracterizarea cantitativă a acestor modificări este dată de raza gravitațională a sistemului. Raza gravitațională este măsura masei de repaus a sistemului, exprimată în unități liniare : $r = \frac{GM}{c^2}$, în care G este constanta gravitației, M — masa corpului, c — viteza luminii. Mărimea razei gravitaționale a corpului este determinată de cantitatea de materie conținută în el. Pentru corpurile cu o masă relativ mică, raza gravitațională este cu mult mai mică decât cea geometrică. Pământul, de pildă, are o rază gravitațională de 0,5 cm (de $1,4 \cdot 10^9$ ori mai mică decât raza lui geometrică). Dar cu cât este mai mare masa sistemului, cu atât raza lui gravitațională se apropie de cea geometrică. Raza gravitațională a Galaxiei este egală cu 0,005 parseci, adică aproximativ de $2 \cdot 10^6$ ori mai mică decât raza ei reală, iar raza gravitațională a părții accesibile a MetaGalaxiei este numai de 100—200 de ori mai mică decât raza ei geometrică. Având în vedere raportul acesta dintre cele două raze, proprietățile spațiului se deosebesc de cele euclidiene foarte mult. Ele sînt descrise de geometria lui Riemann (care se realizează, de pildă, la suprafața sferei). Pentru sistemul a cărui rază gravitațională și rază geometrică nu se deosebesc prea mult în privința ordinului mărimii, legea gravitației a lui Newton devine inaplicabilă. Ea este înlocuită prin legea gravitației, mai generală, a lui Einstein.

Folosind aparatul matematic al teoriei gravitației a lui Einstein și introducînd ipoteza cu totul arbitrară că materia este distribuită pretutîndeni în MetaGalaxie, ipoteza că MetaGalaxia umple întregul Univers etc., unii oameni de știință au ajuns la concluzia că spațiul Universului este „curbat” și „închis” și că întregul Univers în ansamblu este în expansiune, întrucît Universul închis nu se poate afla într-o stare staționară. Ca urmare, efectul îndepărtării galaxiilor una de alta a început să fie legat de „actul creației”.

**Nu Universul
este în expansiune,
ci Metagalaxia**

Ipoteza cu privire la „Universul în expansiune” este cu totul şubredă sub raport ştiinţific. Ea se întemeiază pe supoziţia că materia din Uni-

vers ar fi distribuită uniform, avînd o densitate oarecare medie constantă. Dar o asemenea supoziţie este în contradicţie vădită cu observaţiile : materia în Universul „astronomic” este distribuită extrem de neuniform. Universul „astronomic” reprezintă o ierarhie sau o scară de sisteme cosmice care se înlanţuiesc şi sînt de dimensiuni şi de complexitate crescîndă. Fiecărei trepte a acestei ierarhii îi sînt proprii anumite caracteristici : o anumită densitate a materiei, curbura a spaţiului etc. În sistemele fizice reale, curbura spaţiului se schimbă de la punct la punct, iar în fiecare punct depinde de direcţie. În afară de aceasta, ea depinde de timp. De aici devine limpede că chiar pentru Metagalaxie nu s-ar putea aplica, fără precizări continue, raporturile de spaţiu şi timp stabilite de teoria relativităţii. Actualele „modele ale Universului” sînt numai descrieri foarte schematice şi abstracte ale diferitelor proprietăţi locale ale Metagalaxiei.

În ipoteza „Universului în expansiune” structura de spaţiu şi timp proprie Metagalaxiei este extinsă totuşi, fără nici un fel de temei, în mod metafizic asupra lumii în ansamblu. O asemenea extrapolare nu este numai nejustificată, ci şi, în genere, lipsită de orice sens ştiinţific.

Din cele spuse este limpede că îndepărtarea galaxiilor nu este un efect cosmic universal, ci un fenomen local, care priveşte stadiul actual al dezvoltării Metagalaxiei. Problema constă, în continuare, în a explica acest fenomen „ciudat” şi straniu la prima vedere. Putem concepe două posibilităţi : a) expansiunea Metagalaxiei reprezintă una din fazele procesului de „pulsatie” (în favoarea unei asemenea presupunerii s-a exprimat, de pildă, acad. G. I. Naan¹ de la Academia de Ştiinţe a R.S.S. Estone) ; b) expansiunea Metagalaxiei este un proces monoton (unilateral) şi este provocată de o explozie iniţială de proporţii gigantice (către această ipoteză înclină V.A. Ambartsumian).

¹ Vezi G. I. Naan : „Despre starea actuală a ştiinţei cosmologice”, în „Voprosi kosmogonii”, vol. VI, 1958, pag. 323.

După părerea lui V.A. Ambartumian, îndepărtarea galaxiilor trebuie considerată ca rezultat al apariției concomitente a roiurilor de galaxii, efectul expansiunii manifestându-se tot mai pronunțat în trecerea de la grupuri ce conțin obiecte de proporții relativ mici (stele) la grupuri de obiecte de mari proporții (galaxii și roiuri de galaxii). V. A. Ambartumian consideră că tocmai pe această cale poate fi găsită soluția deplină a problemei „deplasării spre roșu”. Dacă o asemenea explicație este justă, atunci trebuie considerat că acum 5—10 miliarde de ani Metagalaxia era o formațiune relativ compactă, a cărei materie se afla în stare supradensă. O explozie gigantică a dus la dezagregarea acestui protocorp în diferite „fragmente”. „Fragmentele” aflate în straturile exterioare au căpătat accelerații mari. „Fragmentele”, care se îndepărtau, ale Metagalaxiei primare au format diferite galaxii, stele și materie difuză pe calea care a fost descrisă mai sus. Cu alte cuvinte, din punctul de vedere al ipotezei expuse, Metagalaxia are o origine „explozivă”. Nu încapă îndoială că această împrejurare a determinat în multe privințe procesele dezvoltării materiei în cadrul diferitelor galaxii și sisteme de proporții mai mici. Analiza în continuare a acestei probleme poate duce la concluzii interesante și neașteptate.

4. REZULTATELE ȘI PROBLEMELE COSMOGONIEI CONTEMPORANE

Am examinat unele concepții cosmogonice enunțate în cursul ultimelor decenii. După cum am menționat, aceste concepții se încadrează în două orientări principale, care se deosebesc prin felul de a pune problema cosmogonică: în orientarea clasică sau în cosmogonia bazată pe observație. Scopul nostru a fost să arătăm cât se poate mai convingător că, în prezent, cosmogonia clasică este tot mai perimată și că poate fi cu adevărat fecundă numai acea cale de rezolvare a problemei cosmogonice pe care merge cosmogonia bazată pe observație. Într-adevăr, nu cosmogonia clasică în cele mai noi variante ale sale, ci tocmai cosmogonia bazată pe observație a dat posibilitatea de a se stabili o seamă de fapte in-

contestabile privitoare la dezvoltarea obiectelor cosmice. Nu cosmogonia clasică, ci tocmai cosmogonia bazată pe observație a permis să se prezică o seamă de fenomene principial noi (printre asemenea fenomene, noi am relevat, de pildă, extinderea asociațiilor stelare) și să se schițeze programul observațiilor ulterioare care urmăresc rezolvarea problemelor nodale ale cosmogoniei. În sfârșit, critica de pe pozițiile cosmogoniei clasice a diferitelor concluzii și ipoteze ale cosmogoniei bazate pe observație a fost, în majoritatea cazurilor, neconvingătoare.

Să rezumăm principalele rezultate ale cosmogoniei contemporane, adică acele concluzii cosmogonice care pot fi considerate pe deplin dovedite.

1. Procesul formării obiectelor cosmice — galaxii, stele, nebuloase difuze, elemente constitutive ale sistemului solar — continuă și în prezent.

2. Obiectele cosmice apar în multe cazuri în grupuri care, cu trecerea timpului, se destramă.

3. Obiectele cosmice care fac parte din diferite tipuri fizice (de pildă „populațiile” „discului” și „galosului” din Galaxia noastră) pot avea origini diferite, vârste diferite și căi deosebite de dezvoltare.

4. Diagrama „spectru-îuminozitate” are un caracter evolutiv și oglindește deosebiri în căile de dezvoltare a stelelor.

5. Planetele apar într-un proces unic cu stelele (deși nu este clar pe ce cale anume).

6. Cometele cu perioadă scurtă sînt obiecte tinere. Ele trebuie să se nască literalmente în zilele noastre.

7. Complexul de corpuri mici ale sistemului solar (cometele, asteroizii, meteoriții, materia meteorică) trebuie să se completeze necontenit cu obiecte mereu noi, în caz contrar el „s-ar epuiza” în cel mai scurt timp; corpuri mici în sistemul solar se nasc în permanență și în zilele noastre.

Am enumerat numai o parte dintre cele mai principale rezultate ale cosmogoniei contemporane, dar ele sînt pe deplin suficiente pentru a ne putea face o părere despre multe aspecte ale dezvoltării obiectelor cosmice. Nu încapă îndoială că viitorul cel mai apropiat va îmbogăți cosmogonia cu noi și importante rezultate.

Totodată, în cosmogonia bazată pe observație mai sînt multe probleme neelucidate și multe care-și așteaptă soluționarea. Sînt necesare noi și noi cercetări asupra naturii materiei protostelare și a mecanismului transformării ei în stele; deocamdată este neclar mecanismul formării planetelor; necesită o analiză mai profundă problema stadiilor inițiale din dezvoltarea Metagalaxiei. Aceste probleme nu fac cîtuși de puțin parte din categoria celor foarte ușoare. Dar nu încapă îndoială că ele vor fi soluționate de cosmogonia de observație și nu avem motive să considerăm că aceasta se va întîmpla numai într-un viitor îndepărtat.

Orientarea bazată pe observație din cosmogonie s-a dezvoltat într-o luptă ascutită cu concepțiile cosmogoniei clasice. În cosmogonia stelară, această luptă a început cu critica făcută de V. A. Ambartumian concepțiilor lui J. Jeans, care atribuia aceeași vîrstă, foarte mare, elementelor componente ale Galaxiei. Ulterior, inconsistența concepției lui Jeans a fost recunoscută de toată lumea. O continuare a acestei lupte au fost discuțiile din jurul problemei dacă asociațiile stelare sînt reale sau nu și care sînt trăsăturile lor formale. Aceste discuții prezintă în prezent de fapt numai un interes istoric. În zilele noastre, polemica lui V.A. Ambartumian cu adversarii concepțiilor lui se duce în jurul problemei naturii materiei protostelare. Discuția în jurul acestei probleme este deocamdată departe de a fi încheiată, dar avem motive să considerăm că și aici părerile cosmogoniei clasice vor fi în cele din urmă părăsite, iar punctul de vedere al lui V.A. Ambartumian va fi sprijinit de noi dovezi. Unul dintre argumentele formulate de adepții cosmogoniei clasice împotriva ideilor lui V.A. Ambartumian a fost afirmația că concepția asociațiilor stelare este una, iar concepția „protostelelor” este cu totul altceva¹. De fapt însă, ciclul cercetărilor cosmogonice ale lui V.A. Ambartumian care a dus la ideea formării elementelor constitutive ale Galaxiei din protostele reprezintă o apropiere treptată de „izvoarele” proceselor de dezvoltare care au loc în Galaxie, pornind de la rezultatul acestor procese.

¹ Vezi „Lucrările celei de-a patra consfătuiri în problemele de cosmogonie”, 1955, pag. 361—362.

O asemenea cale de analiză a proceselor istorice de dezvoltare este pe deplin justificată și are o logică a sa internă. După cum a arătat K. Marx, analiza științifică a istoriei diferitelor obiecte alege în genere o cale opusă dezvoltării lor reale. Ea „începe post festum și deci cu rezultatele încheiate ale procesului de dezvoltare”¹. Acest procedeu de cercetare a proceselor dezvoltării din Galaxie (procedeul logic de analiză a faptelor, care, acolo unde este posibil, se bazează de asemenea pe materialul factual al istoriei obiectului, adică include procedee istorice de cercetare) a dus la ipoteza „protostelelor”. Orientarea bazată pe observație în cosmogonia sistemului solar, folosind procedeul logic de cercetare și, într-o măsură însemnată, procedeul istoric, va duce la concluzii tot atât de interesante ca și rezultatele cosmogoniei stelare. Criticii metodei bazate pe observație în soluționarea problemei cosmogonice propun în locul acestei metode abordarea speculativă, proprie cosmogoniei clasice, care a devenit astăzi un anacronism. Credem că dezvoltarea cosmogoniei va merge pe linia înfrîngerii și mai hotărîte decît pînă în prezent a formulării clasice a problemei cosmogonice și a procedeeelor clasice ale soluționării ei.

¹ K. Marx: „Capitalul”, vol. I, Editura politică, 1960, ediția a IV-a, pag. 112.

PRINCIPIUL DEZVOLTĂRII ÎN COSMOGONIA CONTEMPORANĂ

1. COSMOGONIA ȘI PRINCIPIUL DEZVOLTĂRII

Dezvoltarea obiectelor cosmice

Cosmogonia a fost prima dintre științele speciale în care și-a croit drum principiul dezvoltării naturii în timp. F. Engels menționa că, după apariția ipotezei lui Kant, „Pământul și întreg sistemul solar apar ca ceva *devenit* în decursul timpurilor”¹ și a început să se nască concepția că natura „*nu este, ci devine și dispare*”². După aceasta a apărut geologia, care a arătat că istorie în timp nu are numai Pământul, luat în general și în ansamblu, ci și suprafața lui actuală, ca și plantele și animalele care trăiesc pe el. Totuși, pînă relativ nu de mult, atît cosmogonia cît și geologia istorică dispuneau de un material factual destul de sărăcăcios, care nu lăsa îndoiala că obiectele cosmice se află într-un proces de necontenită schimbare și dezvoltare, dar nu permitea să se pună problema particularităților acestui proces de dezvoltare, problema formei concrete a principiului dezvoltării în lumea stelelor și galaxiilor. Tocmai lipsa unui material factual suficient de bogat a fost una din cauzele situației că unii autori extindeau asupra megacosmosului și chiar asupra întregului Univers infinit noțiunea de dezvoltare progresivă, dedusă din analiza proceselor dezvoltării naturii vii, societății și gândirii. Dar, cum a remarcat eminentul filozof ceh L. Rieger, „nici legile cele mai generale, descoperite o dată cu dezvoltarea legilor vieții sociale, nu pot fi aplicate la cosmos. Pentru istoria ome-

¹ F. Engels : „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 9.

² Op. cit., pag. 10.

nirii este o trăsătură specifică, de pildă, caracterul nestăvilit al progresului, deoarece, în cazul de față, progresul este garantat de influența pe care omenirea însăși și, în speță, dezvoltarea forțelor de producție o exercită asupra istoriei. În cosmos, lucrurile stau însă altfel. Se nasc următoarele întrebări: este oare un progres formarea de stele din nebuloasă cosmică difuză, adică condensarea acestei nebuloase din pulbere cosmică și apariția presupusă a acestei pulberi din atomi? Pe de altă parte, se pot oare considera «un pas înapoi» expulzarea materiei din stele, dezagregarea sistemelor stelare, transformarea particulelor din care sînt formați atomii în materie a radiației și îndepărtarea ei în adîncurile cosmosului?»¹. Credem că asemenea procese nu constituie un progres sau un regres și că noțiunile înseși sînt inadecvate caracterului schimbărilor diferitelor obiecte cosmice și, de aceea, sînt nepotrivite în acest caz.

Trebuie deci să cercetăm, pe baza materialului concret al astronomiei și cosmogoniei, particularitățile proceselor dezvoltării în megacosmos. Una din primele încercări de analiză filozofică a proceselor dezvoltării naturii nevăzute reprezintă lucrările savantului bulgar A. P. Polikarov². Procesul dezvoltării obiectelor cosmice, consideră el, cuprinde nu numai ramuri ascendente, ci și descendente. „Într-un anumit loc și într-un anumit timp poate avea loc o dezvoltare ascendentă, iar într-un alt loc — una descendentă”³. A. P. Polikarov consideră ca făcînd parte din categoria dezvoltării ascendente din natura nevie procesele care duc la transformarea materiei anorganice în materie organică.

Un punct de vedere cu totul diferit a fost enunțat mai tîrziu de tînărul filozof S. T. Meliuhin⁴ din Leningrad, care raționa în felul următor. Dezvoltarea este definită de

¹ L. Rieger: „Introducere în cosmogonie”, I. L., 1959, pag. 29.

² A. Polikarov: „Dialekticeskijat materializăm i săvremennata fizika”, Editura P. C. Bulgar, Sofia, 1950; „Engels za zapazvane forme na dvijenie na materijata”, în „Filosofska misl”, nr. 4, Sofia, 1955.

³ Vezi „Filosofska misl” nr. 4, 1955, pag. 16.

⁴ Vezi S. T. Meliuhin: „Problema finitului și infinitului”, Editura politică, 1961; „Despre particularitățile dezvoltării în natura anorganică”. Culegerea „Problemele dezvoltării în natură și societate”. Izd-vo AN S.S.S.R., 1958, pag. 3—32.

obicei, mai ales ca o „mişcare progresivă și logică pe o linie ascendentă, de la simplu la complex, de la inferior la superior”¹. Prin urmare, conchidea de aici S. T. Meliuhin, pentru analiza proceselor dezvoltării obiectelor cosmice trebuie să analizăm procesele complicării structurii și legăturilor lor. El găsea asemenea procese în megacosmos. Urmărindu-le, S. T. Meliuhin a ajuns la concluzia că „...În ansamblu, dezvoltarea materiei anorganice reprezintă o complicare a legăturilor și formelor mișcării obiectelor materiale corespunzătoare, iar în procesul însuși de complicare a legăturilor și a formelor de mișcare putem vedea criteriul obiectiv cel mai general al dezvoltării materiei anorganice”². Cu alte cuvinte, materia anorganică se dezvoltă mai ales în linie ascendentă. Un asemenea punct de vedere este destul de răspîndit. El trezește următoarele obiecții de principiu.

1. Negînd aplicabilitatea noțiunii de progres la majoritatea proceselor din natura nevie, S. T. Meliuhin afirma, totodată, că dezvoltarea în natura nevie „ne apare ca o trecere de la inferior la superior, ceea ce coincide, în majoritatea cazurilor, cu trecerea de la simplu la complex”³. Dar prin aceasta S. T. Meliuhin a folosit tacit noțiunea de dezvoltare progresivă acolo unde, potrivit părerii lui, este inaplicabilă noțiunea de progres. Unica ieșire din contradicția menționată o vedem în recunoașterea faptului că „în obiectele cosmice nu există o direcție preferențială a dezvoltării”⁴, că, în ansamblu, ele nu se dezvoltă într-o singură direcție — numai în linie ascendentă sau numai în linie descendentă.

2. Procesele de dezintegrare și de descompunere, care, după cum considera S. T. Meliuhin, „nu pot fi considerate ca dezvoltare, cel puțin pentru sistemul respectiv”⁵, au, fără îndoială, un rol activ în cele mai diverse procese cosmogonice și în cele mai diferite stadii de existență a obiectelor cosmice, nefiind cîtuși de puțin spe-

¹ S. T. Meliuhin : „Problema finitului și infinitului”, Editura politică, 1961, pag. 184.

² Op. cit., pag. 188.

³ Op. cit., pag. 185.

⁴ Vezi M. N. Rutkevici : „Materialismul dialectic”, Soțekghiz, 1960, pag. 385.

⁵ S. T. Meliuhin : „Problema finitului și infinitului”, Editura politică, 1961, pag. 184.

cifice numai pentru stadiul care este legat de „degradarea” lor. Tocmai în aceste procese, după cum se poate presupune, se manifestă cel mai distinct particularitățile caracteristice ale autodezvoltării materiei cosmice. Aceste procese trebuie să aibă în Universul „astronomic” un rol atât de însemnat, încît, excluzîndu-le din concepția noastră asupra procesului dezvoltării obiectelor cosmice, noi am îngusta foarte mult și nejustificat domeniul proceselor cosmogonice pe care le considerăm procese ale dezvoltării. Să analizăm, de pildă, dezvoltarea unei stele. Stelele tinere, recent apărute, pierd din masă în ritm considerabil prin radiație și prin expulzarea nemijlocită de materie în spațiul înconjurător. Unele stele (de pildă, novăle, stelele asemănătoare novelor etc.) pierd o cantitate considerabilă de materie în timpul exploziilor. Este vorba de procese de dezintegrare. Dar putem oare afirma că aceste procese care determină în multe privințe viața stelei nu fac parte din procesul dezvoltării ei? După părerea noastră, nu putem.

3. Nu există nici un fel de date factice care să ne permită să afirmăm, cum a făcut S. T. Meliuhin, că numai complicarea structurii și legăturilor reprezintă tendința generală a dezvoltării materiei anorganice și că fiecare ciclu de dezvoltare a unui sistem cosmic are loc neapărat pe o bază mai înaltă decît ciclul precedent. S. T. Meliuhin, în lucrările mai sus citate, făcea o asemenea afirmație bazîndu-se pe legea negării negației¹. Dar o asemenea referire nu ne pare justificată.

În ce constă legea negării negației și care este sfera de acțiune a acestei legi?

Dezvoltarea unui obiect poate fi prezentată ca o serie de stări calitative legate între ele, fiecare dintre ele fiind negarea stării care a precedat-o nemijlocit. Înlocuirea unor stări calitative ale obiectului prin altele apare, așadar, ca un lanț de negații. Ca rezultat a două (sau a cîtorva) negații are loc parcă o întoarcere la faza inițială a dezvoltării, repetarea trăsăturilor și particularităților care au existat, iar apoi s-au pierdut. Repetabilitatea poate avea loc în cursul dezvoltării progresive, cînd dezvoltarea are loc parcă în spirală, întoarcerea aparentă

¹ Vezi op. cit., pag. 213.

la vechi are loc pe o bază mai înaltă și devine punctul de plecare pentru o nouă mișcare înainte. O astfel de repetare își găsește expresia în legea negării negației. Sfera de acțiune a legii negării negației este foarte largă. Aceasta este „o lege a dezvoltării naturii, istoriei și gândirii, foarte generală și tocmai de aceea foarte importantă și cu o sferă de acțiune foarte vastă”¹. Dar ea nu poate fi considerată o lege *universală*, care acționează pretutindeni și peste tot, fără nici un fel de excepție. În primul rând, nu orice dezvoltare este progresivă sau ascendentă; în al doilea rând, și dezvoltarea ascendentă este lipsită adesea de forma spirală².

Prin urmare, este necesar să arătăm de la început că legea negării negației acționează în anumite procese cosmogonice și, după aceea, să tragem de aici concluzii privind direcția dezvoltării obiectelor cosmice. Dar, după părerea noastră, acest lucru nu s-a făcut. Înseamnă că dispăre încă un temel pentru a considera că și în cosmos dezvoltarea ascendentă are un caracter general, este rezultatul total al schimbărilor sistemelor materiale în intervale destul de mari de timp. Credem că considerațiile expuse ne obligă să renunțăm la punctul de vedere după care dezvoltarea se reduce pretutindeni, inclusiv în natura lipsită de viață, la mișcarea cu precădere în linie ascendentă. Considerăm că are dreptate B. M. Kedrov, care scria: „Fiecare lucru finit și fiecare proces finit din natură are două ramuri ale dezvoltării sale necesare: de la începutul existenței sale până la deplina înflorire și dezvoltare (ramura ascendentă) și din momentul începutului îmbătrânirii sale până la pieirea sau moartea sa (ramura descendentă)”³. Justețea acestei concepții este recunoscută și de S. T. Meliuhin în noua sa lucrare „Despre dialectica dezvoltării materiei anorganice”, în care într-o serie de momente el se îndepărtează de punctul de vedere pe care l-a susținut în trecut.

¹ F. Engels: „Anti-Dühring”, E.S.P.L.P. 1955, ediția a III-a, pag. 158.

² Vezi M. N. Rutkevici: „Materialismul dialectic”, ed. rusă, pag. 416—419.

³ B. M. Kedrov: „Despre repetabilitate în procesul dezvoltării”, în „Unele probleme ale materialismului dialectic și materialismului istoric”, Editura Academiei de științe sociale de pe lângă C.C. al P.C.U.S., 1958, pag. 189.

Trebuie să stabilim, totuși, ce înseamnă ramura ascendentă și ramura descendentă în dezvoltarea obiectelor cosmice. Putem oare numi, de pildă, ramură ascendentă a dezvoltării unui obiect cosmic o asemenea fază a dezvoltării lui în care au loc procese de complicare a structurii și legăturilor lui, iar descendentă, dimpotrivă, acea fază în care au loc procese de simplificare a acestora? Această întrebare nu este atât de elementară cum poate să pară la prima vedere. Gradul de complexitate poate fi stabilit comparând trăsături asemănătoare ale obiectelor, în primul rînd caracteristicile lor calitative. În acest sens este firesc să considerăm mai complex un obiect care conține (într-o formă mai mult sau mai puțin transformată) obiecte mai simple și ale cărui caracteristici calitative nu constituie numai suma caracteristicilor respective ale obiectelor mai simple, ci conțin și ceva nou. De pildă, atomul este mai complex decît particulele „elementare” din care este format; aceasta este o nouă calitate în comparație cu totalitatea particulelor care-l alcătuiesc. De aici este logic să conchidem că atomul este mai complex decît o particulă elementară. Continuînd acest raționament, vom ajunge la concluzia că molecula este mai complexă decît atomul, că steaua este incomparabil mai complexă decît particulele elementare, atomii și moleculele din care este formată etc. Dar criteriul structural al simplului și complexului este într-o serie de cazuri insuficient sau chiar nepotrivit. De exemplu, „microstructura” unei stele tinere, fierbinți poate fi mai „simplă” decît „microstructura” unei stele reci, care moare, în care se formează compuși chimici complecși inexistenți în atmosfera stelei fierbinți. Ar fi totuși greșit să tragem de aici concluzia că steaua care moare și în care procesele active se sting reprezintă o calitate „superioară” în comparație cu steaua tînă, a cărei viață este caracterizată prin procese active. Mai departe, unele stele tinere sînt relativ reci și, după cum putem presupune, trebuie să se încălzească cu timpul. În atmosferele lor vor avea loc atunci o descompunere a unor compuși chimici complecși. Dar aceasta nu înseamnă cîtuși de puțin că steaua se dezvoltă în linie „descendentă”.

Încă un exemplu. Se poate oare considera că nebuloasa difuză care este alcătuită mai ales din atomi neutri și molecule reprezintă o calitate „superioară” în comparație cu o nebuloasă asemănătoare, dar legată de stele fierbinți, care ionizează o parte însemnată din atomii ce intră în constituția nebuloasei? Evident că o asemenea formulare a problemei ar fi prea artificială.

Trebuie să menționăm încă o împrejurare importantă. În multe cazuri, trecerea obiectului cosmic într-o stare calitativ nouă duce la procese de complicare a structurii și legăturilor într-o anumită privință și de simplificare a lor într-o altă privință. În ansamblu însă, nu se poate spune dacă această trecere este o dezvoltare de la simplu la complex sau invers. În unele cazuri, problema care dintre două obiecte cosmice reprezintă ceva calitativ superior în comparație cu celălalt este lipsită de orice sens, întrucât aceste obiecte sint în mod radical diferite. Noi presupunem că, în general vorbind, dezvoltarea „ascendentă” a obiectului nu trebuie legată în mod univoc de complicarea structurii și a legăturilor lui, iar dezvoltarea „descendentă” de procesele de dezagregare și de simplificare a structurii obiectului. Ar fi mai just să numim ramură „ascendentă” acea fază a dezvoltării sistemului cosmic în care au loc procese active, care duc în anumite condiții (nu întotdeauna însă) la diferențierea materiei. În ramura „descendentă” a dezvoltării, procesele active se sting treptat. Și aici are loc o „complicare” a materiei, trecerea ei de la formele inferioare de mișcare la cele superioare, dar această trecere are un caracter limitat, rămânând, de regulă, în cadrul transformărilor fizico-chimice, în timp ce în ramura „ascendentă” există condiții prielnice pentru nașterea formelor superioare ale mișcării, inclusiv apariția „spiritului care gîndește”.

Ce este
dezvoltarea

Se pune problema formulării unei definiții a noțiunii de dezvoltare care să țină seama de particularită-

țile proceselor din natura anorganică, și în primul rînd din megacosmos. În lucrarea sa „Despre dialectica dezvoltării naturii anorganice”, S. T. Meliuhin, spre deosebire de concepțiile pe care le-a susținut în trecut, scrie că noțiunea de dezvoltare caracterizează „schimbarea

necesară, spontană și integrală din starea sistemelor" ¹. Această definiție nu ni se pare de loc clară. Ea nu este folosită nici de însuși autorul ei, care, în cazuri concrete, înțelege prin dezvoltare fie mișcarea ascendentă (pag. 21, 40, 49 etc. din cartea menționată), fie schimbarea ireversibilă (pag. 48, unde este numită dezvoltare a Universului schimbarea lui ireversibilă infinită). Credem că definiția generală a noțiunii de dezvoltare s-ar putea formula ținându-se seama de următoarele aspecte : 1) dezvoltarea ca rezultat al desfășurării și rezolvării contradicțiilor, care reprezintă o manifestare a activității interne a materiei ; 2) dezvoltarea este trecerea schimbărilor cantitative în schimbări calitative radicale ; ea reprezintă procesul „dispariției” unor stări calitative și al apariției altor stări calitative ; 3) dezvoltarea nu este întotdeauna un proces cu sens unic. Chiar la F. Engels întâlnim, de pildă, asemenea afirmații : „dezvoltare, progres sau regres...” ² ; „...și în istoria omenirii va fi nu numai o linie ascendentă, ci și una descendentă. În orice caz, ne aflăm încă destul de departe de punctul de cotitură de unde istoria societății va începe drumul ei descendent...” ³ V. I. Lenin menționa că, „dacă totul se dezvoltă, înseamnă că totul trece dintr-una în alta... evoluția trebuie să fie înțeleasă *mai precis* ca o apariție și distrugere a tuturor lucrurilor, ca treceri reciproce” ⁴. Cu alte cuvinte, dezvoltarea poate fi ascendentă, descendentă sau poate reprezenta schimbarea parcă „în același plan”, când fiecare stare următoare a obiectului nu este „mai complexă” și nici „mai simplă” decât cele precedente. Dar dezvoltarea are întotdeauna un caracter ireversibil : nici un obiect nu parcurge în dezvoltarea sa exact aceleași stări la început în ordine directă, iar apoi în ordine inversă și nu repetă în dezvoltarea sa stări absolut identice. Pornind de la cele spuse, dezvoltarea poate fi definită ca proces al unor schimbări calitative ireversibile. Una din

¹ S. T. Meliuhin : „Despre dialectica dezvoltării naturii anorganice”, Editura de stat pentru literatură politică, Moscova, 1960, pag. 9.

² F. Engels : „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 219.

³ F. Engels : „Ludwig Feuerbach și sfârșitul filozofiei clasice germane”, Editura politică, 1959, ediția a IV-a, pag. 10.

⁴ V. I. Lenin, Opere, vol. 38, Editura politică, 1959, pag. 253.

direcțiile dezvoltării este progresul: schimbarea ireversibilă a unui obiect de la stări mai simple la stări mai complexe, de la forme inferioare la forme superioare.

Pornind de la definiția dezvoltării dată mai sus, vom analiza două probleme principale privind aplicarea principiului dezvoltării în cosmogonie: rolul saltului și exploziei în dezvoltarea obiectelor cosmice și raportul dintre ireversibilitate și ciclicitate în procesele cosmogonice¹.

2. RAPORTUL DINTRE SALT ȘI EXPLOZIE ÎN DEZVOLTAREA OBIECTELOR COSMICE

Dezvoltarea este un proces complex și contradictoriu, în care schimbările cantitative pregătesc și provoacă în mod necesar schimbări radicale, calitative — saltul de la o stare calitativă a obiectului la alta. V. I. Lenin arăta: „...Viața reală, istoria reală, *include* ...tendințe diferite, tot așa cum în natură viața și dezvoltarea includ atât evoluția lentă cât și salturile rapide, întreruperile evoluției”². Lenin spunea că mersul real al dezvoltării decurge adesea în salturi, catastrofe, revoluții în natură și societate³.

Care sînt formele salturilor? Cum se produc ele?

F. Engels menționa că schimbările calitative din natură nu au loc pe aceeași cale, ci „într-un mod precis determinat pentru fiecare în parte”⁴. Cu alte cuvinte, formele saltului sînt infinit de variate și problema căilor de apariție a obiectelor cosmice și a căilor trecerii lor în noi stări calitative poate fi rezolvată numai pe baza cercetării acestor obiecte înseși.

Observației îi sînt accesibile numai puține forme de salturi din dezvoltarea obiectelor cosmice, și anume acelea pe care ni le dezvăluie obiectele nestaționare (feno-

¹ Problema caracterului contradicțiilor interne în dezvoltarea obiectelor cosmice nu va fi analizată de noi, pentru că cosmogonia abia pornește la rezolvarea ei și nu pot fi formulate, deocamdată, păreri suficient de bine fondate despre tipurile concrete ale acestor contradicții.

² V. I. Lenin, Opere, vol. 16, E.S.P.L.P. 1957, pag. 347.

³ Vezi V. I. Lenin, Opere, vol. 21, Editura politică, 1959, pag. 39.

⁴ F. Engels: „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 45.

menul nestăționarității este acela care îndeplinește în acest caz rolul de salt). În dezvoltarea stelelor, salturile se manifestă, conform observațiilor nemijlocite, sub forma unor expulzări corpusculare de materie, a exploziilor de durată și frecvență diferită, a variabilității etc. Dezvoltarea în salt a corpurilor mici din sistemul solar se manifestă sub forma dezintegrării lor, care are loc uneori extrem de repede. Întrucât în majoritatea cazurilor procesele de dezvoltare a obiectelor cosmice se desfășoară relativ lent, putem să ne dăm seama despre formele de salt din procesele cosmogonice mai ales din date indirecte, reproducând în imaginația noastră istoria obiectelor cosmice după starea lor actuală. În cosmogonie, problema formelor de salturi din procesele dezvoltării obiectelor cosmice se discută de fapt pe următorul plan : este necesară oare pentru explicarea acestor procese ale dezvoltării folosirea ipotezei rolului activ pe care îl au în ele cataclismele puternice — salturile însoțite de explozie —, sau ne putem lipsi de ea ?

Multe ipoteze cosmogonice pun accentul pe dezvoltarea lentă, treptată a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive, excluzând cu totul de fapt procesele de explozie sau admitându-le mai curînd ca o excepție pentru unele stadii ale unor tipuri de stele. Uneori se invocă faptul că ar fi prea puține date care să ateste existența proceselor explozive grandioase în dezvoltarea obiectelor cosmice sau că ele ar putea fi explicate și fără folosirea ipotezei cataclismelor puternice care ar întrerupe în mod necesar și logic în anumite momente dezvoltarea treptată, „calmă”. Analizînd diferitele modele ale MetaGalaxiei și, respectiv, diferitele căi ce pot fi concepute ale dezvoltării ei, G. I. Naan obiectează împotriva ipotezei „catastrofale” (adică „explozive”) și se întreabă : „Nu sîntem oare aici într-o situație analogă cu aceea care a existat pînă la Darwin în paleontologie, cînd se credea imposibil să se explice succesiunea formelor regnului organic fără a se recurge la ipoteza unui șir de catastrofe consecutive ? Întreaga istorie a științei, istoria ipotezelor catastrofale din ea cred că trebuie să ne oblige să fim prudenți”¹. Mulți astronomi și filozofi,

¹ Vezi culegerea „Probleme filozofice ale științelor contemporane ale naturii”, ed. rusă, pag. 418.

criticînd pe bună dreptate subiectivismul ipotezelor „catastrofale”, resping cu desăvîrşire în acelaşi timp orice posibilitate de a se explica particularităţile sistemului solar cu luarea în considerare a rolului mare al proceselor de formare a noilor stări calitative din cosmos prin intermediul salturilor însoţite de explozie.

Dar datele citate de noi despre procesele active din dezvoltarea diferitelor obiecte cosmice, precum şi discutarea diferitelor ipoteze emise pentru explicarea lor ne atestă uriaşul rol cosmogonic al puternicelor procese nestaţionare, care reprezintă, în multe cazuri, salturi însoţite de explozie. Se poate considera că salturilor de acest tip le aparţine un rol de frunte în procesele cosmogonice din MetaGalaxie. Faptul acesta are un rol important, întrucît el aruncă lumină asupra „mecanismului” intern al proceselor cosmogonice, despre care ştim, deocamdată, foarte puţin.

3. RAPORTUL DINTRE IREVERSIBILITATE ŞI CICLICITATE (REPETABILITATE, REVERSIBILITATE) ÎN DEZVOLTAREA OBIECTELOR COSMICE

Caracterul ireversibil al dezvoltării	Procesele dezvoltării sistemelor cosmice şi a elementelor lor constitutive au, în primul rînd, un caracter ireversibil. Dar această ireversibilitate a dezvoltării este oare legată de vreun proces concret?
--	---

Unii oameni de ştiinţă consideră că ireversibilitatea proceselor fizice este determinată exclusiv de principiul de creştere a entropiei. De multă vreme s-a observat că anumite procese fizice au în marea majoritate a cazurilor o anumită *orientare*, în direcţia dispersiei energiei. Apa fierbinte turnată într-un pahar se va răci după un anumit timp — energia calorică se dispersează. Dar nimeni nu a observat că o apă rece sau puţin călduţă să devină dintr-o dată, *de la sine*, fierbinte. Energia mecanică sau electrică se transformă uşor în căldură. Dar este cu mult mai puţin simplu să realizăm contrarul. După cum se considera în genere în fizica modernă, în orice procese legate de transformări de energie, o parte de energie trece ireversibil în căldură, care tinde spre

dispersie. În procesele în care căldura se transformă în alte forme de energie, o parte a ei „se pierde” pentru încălzirea corpurilor mai reci aflate în apropiere.

Orientarea proceselor fizice — tendința căldurii spre dispersie — poate fi exprimată matematic, dacă considerăm că starea oricărui corp (a unui sistem de corpuri) este determinată de o mărime care se schimbă numai într-o singură direcție: în direcția creșterii. Fizicianul german R. Clausius (1822—1888) a introdus o asemenea mărime și a numit-o *entropie*. Entropia este măsura dispersiei energiei. Cu cât energia se dispersează mai mult, cu atât crește mai mult entropia.

Dacă corpul (sistemul de corpuri) nu face schimb de căldură cu corpurile înconjurătoare¹, potrivit termodinamicii moderne, entropia lui nu se poate micșora în mod spontan. Ea este în stare numai să crească, tinzând să atingă valoarea maximă sau, în anumite cazuri, să rămână constantă. Când entropia unui sistem închis a ajuns la maximum, toate temperaturile din cadrul sistemului se nivelează, apare un echilibru termic și orice procese din el încetează.

După părerea omului de știință sovietic prof. K. P. Staniukovici, „...creșterea entropiei în partea vizibilă a Universului... este urmarea «caracterului progresiv» al dezvoltării materiei, când unele forme și calități ale materiei «se perimează», iar în locul lor apar altele «noi»”². „Creșterea generală a entropiei este o dovadă a dezvoltării materiei”³. În unele privințe, acest punct de vedere ni se pare extrem de vulnerabil.

K. P. Staniukovici nu admite, pe cât se pare, posibilitatea nici unor procese „antientropice” nici în Universul „astronomic”, nici în întregul Univers infinit în genere, în afară, poate, de unele rare excepții. El leagă întreaga dezvoltare a materiei de creșterea entropiei (K. P. Sta-

¹ În acest caz, sistemul se numește *închis* sau *izolat*.

² K. P. Staniukovici: „Despre creșterea entropiei în Universul infinit”, vol. 69, 1949, pag. 796, în rapoartele Academiei de Științe a U.R.S.S.

³ K. P. Staniukovici: „Contribuții la problema termodinamicii Universului”, în „Lucrările celei de-a șasea consfătuiri în problemele de cosmogonie a Academiei de Științe a U.R.S.S.”, Moscova 1959, pag. 225.

niukovici are în vedere de fapt numai materia anorganică).

Or, noțiunea de entropie, după cum se știe, nu dirijează cituși de puțin mersul *tuturor* proceselor fizice. G. I. Naan remarcă că „...în natură observăm cele mai variate procese cu caracter, s-ar putea spune, antientropic — procese ale devenirii, dacă ar fi să le luăm pe plan filozofic, procese ale apariției complexului din ceea ce este mai simplu”¹. Analizînd aceste fapte, putem „cu greu evita bănuiala că lista de legi fundamentale ale naturii este foarte incompletă, că din ea lipsește cel puțin o lege foarte generală”; tocmai de aceea „sîntem stăpîniți de ideea foarte înrădăcinată că toate aceste fenomene pot căpăta explicație numai ca o rară excepție de la regula generală”².

Totuși, punctul de vedere al lui K. P. Staniukovici conține, după părerea noastră, și „un grăunte rațional”, deoarece el subliniază în domeniul dezvoltării momentul ireversibilității, deși o face într-o formă unilaterală limitată. Trebuie să mai menționăm că K. P. Staniukovici este inclinat parcă să opună dezvoltarea „nelimitată” a materiei — adică, în ultimă instanță, ireversibilitatea — repetărilor „tautologice” ale diferitelor procese, adică elementelor de ciclicitate din dezvoltare. Dar ireversibilitatea și ciclicitatea nu se exclud una pe alta, sînt laturi diferite, momente diferite ale dezvoltării.

Ireversibilitatea dezvoltării sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive nu este condiționată numai de creșterea entropiei, ea nu poate fi în genere redusă la un anumit proces sau la o totalitate a unor procese concrete. Ireversibilitatea dezvoltării apare ca o urmare a caracterului universal al interacțiunilor din Univers, ca o consecință a inepuizabilității materiei. Fiecare proces și fiecare situație apare nouă și irepetabilă, deși conține trăsături ale unor procese și situații care au avut loc în trecut.

¹ Vezi culegerea „Probleme filozofice ale științelor contemporane ale naturii”, pag. 420.

² Ibid.

**Ramura ascendentă
a dezvoltării**

Ramura ascendentă se poate urmări clar în dezvoltarea MetaGalaxiei. În conformitate cu concepțiile actuale, cu câteva miliarde de ani în urmă, MetaGalaxia se afla într-o stare supradensă deosebită; în urma unei „explozii” gigantice, MetaGalaxia a început să se extindă, iar „fragmentele” care se îndepărtau au dat naștere galaxiilor și elementelor lor constitutive.

În procesul expansiunii MetaGalaxiei, dezvoltarea ei ascendentă „se ramifica” într-o serie de direcții. În funcție de diversele condiții inițiale au apărut galaxii de tipuri diferite: neregulate, spirale sau eliptice. „Ramificarea” ulterioară a dezvoltării a avut loc apoi în cadrul galaxiilor. În urma dezagregării unor protostele cu masă mare și supradense au apărut grupuri și roiuri de stele, corpuri planetare, nebuloase de gaze și de pulberi. Diviziunea nucleului galaxiei a dat naștere unor noi galaxii.

Fiecare stea, la rîndul ei, „trăiește” un stadiu de procese active. Ca exemple de asemenea procese pot servi expulzarea de materie, pulsațiile, exploziile, sinteza elementelor etc. Pe măsura dezvoltării stelei se creează condiții care împiedică desfășurarea în continuare a unor asemenea procese, și steaua ajunge într-un anumit mod la o anumită stare reziduală „de echilibru”.

Pînă în prezent nu am depășit încă limitele formelor fizico-chimice de mișcare. Dar pe planetele care execută mișcarea de revoluție în jurul stelelor apar uneori posibilități pentru dezvoltarea materiei de la formele inferioare de mișcare la cele superioare, de la natura lipsită de viață la natura vie, iar apoi la societate.

În ce mod și cît de frecvent se creează asemenea condiții? Calcule privind gradul de răspîndire a vieții în Universul „astronomic” au fost făcute de acad. V. G. Fesenkov¹ și de G. M. Idlis².

¹ Vezi A. I. Oparin și V. G. Fesenkov: „Viața în Univers”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1956.

² G. M. Idlis: „Trăsăturile principale ale Universului astronomic supus observației ca însușiri caracteristice ale unui sistem cosmic locuibil”. „Buletinul Institutului astrofizic al Academiei de Științe a R.S.S. Kazahe”, vol. VII, Alma-Ata, 1958.

În conformitate cu calculele lor, probabilitatea ca în sistemul planetar al vreunei stele să apară condiții pentru viață este egală cu 0,000001. Reiese că numai într-un caz la un milion de stele cercetate la întâmplare putem sconta să găsim o planetă pe care viața se află într-o fază sau alta de dezvoltare. Prin urmare, masa sistemului în care se află planete cu viață pe ele trebuie să fie mai mare decât un milion de mase solare. De aici decurge că un asemenea sistem trebuie să fie galaxie. (În Galaxia noastră sînt peste 100 de miliarde de stele, adică ea cuprinde sute de mii sau milioane de planete pe care este posibilă dezvoltarea vieții, inclusiv formele ei superioare.) Calculul lui Fesenkov și Idlis pornește de la particularitățile planetelor de tipul Pămîntului, în care principala sursă de energie care condiționează dezvoltarea și întreținerea vieții este Soarele — *steaua centrală*. Totuși, în condițiile corpurilor planetare fierbinți, a căror existență este foarte probabilă și în sistemul nostru planetar (Saturn, Uranus, Neptun, sateliții Titan, Triton etc.), dezvoltarea vieții poate avea loc și fără o influență determinantă a radiației solare. Este bine cunoscută existența chiar a unei vieți superior organizate pe fundul oceanelor, în adîncimi în care nu pătrund razele solare. De aceea pot apărea condiții pentru dezvoltarea vieții pe numeroase corpuri planetare ale celor mai diferite stele. Ținînd seama de aceasta, putem exprima probabilitatea apariției vieții printr-o cifră mai mare decât cea care a reieșit din calculele lui V. G. Fesenkov și G. M. Idlis și putem afirma că miliardele de corpuri planetare ale stelelor Galaxiei noastre pot fi purtătoare ale vieții.

Dezvoltarea ascendentă a materiei pe Pămînt a fost o consecință necesară a dezvoltării Metagalaxiei. Într-adevăr, apariția fie și măcar a unei singure planete pe care viața a ajuns la un grad sau altul de dezvoltare este însoțită de apariția a sute de mii și, poate, și a unui milion de planete pe care condițiile pentru viață nu există și nu vor exista niciodată. Dar planetele „se nasc” în cadrul sistemelor stelare, probabil, într-un proces unic cu stelele. La rîndul său, dezvoltarea sistemelor stelare este indisolubil legată de expansiunea Metagalaxiei și nu poate fi cercetată izolat de dezvoltarea ei.

Dezvoltarea materiei de la formele ei inferioare la cele superioare este numai una din direcțiile dezvoltării, care este departe de a cuprinde toate procesele dezvoltării din MetaGalaxie. Un mare număr de corpuri cosmice sînt lipsite de condiții pentru viață. Dezvoltarea materiei nu depășește limitele transformărilor fizice și, într-o măsură foarte mică, a celor fizico-chimice. Dezvoltarea ascendentă nu este rectilie, ea își croiește drum printr-o mulțime de devieri „laterale”. În limitele fiecărei forme de mișcare a materiei, căile de dezvoltare se ramifică într-un număr imens de direcții, atît paralele cît și neparalele una față de alta. Dezvoltarea are loc nu numai „în sus”, ci și în cadrul diferitelor „etaje” ale naturii.

Cîteva „etaje” asemănătoare numără natura anorganică. Unul dintre ele este, de pildă, microcosmosul. Dezvoltarea materiei în cadrul fiecărui „etaj” are loc într-o direcție apropiată de cea orizontală: ea reprezintă schimbări care nu sînt îndreptate nici „în sus”, nici „în jos” (transformările particulelor elementare sînt, poate, o dezvoltare tocmai de acest gen).

În natura vie există, de asemenea, forme care se află pe cele mai diferite trepte de organizare și reprezintă rezultatul celor mai diferite linii ale dezvoltării. Treccrea la om și societate a fost ultima verigă în lanțul unuia dintre aceste șiruri. Majoritatea liniilor dezvoltării în natura vie au mers de-a lungul diferitelor „etaje”, uneori parcă paralel una cu alta, fiecare dintre ele ramificîndu-se de multe ori¹.

Chiar dacă în dezvoltarea ascendentă a naturii vii, tulpina principală a progresului de la protoclule pînă la om reprezintă numai una din direcțiile dezvoltării, în timp ce o mulțime de linii ale dezvoltării merg fără ridicarea nivelului de organizare, apoi în dezvoltarea naturii anorganice lanțul dezvoltării ascendente (al trecerii de la formele inferioare de mișcare la cele superioare) devine și mai vizibil. Trebuie să subliniem că putem vorbi despre ramurile „ascendente” și „descendente” ale dezvoltării sistemelor cosmice și ale elemen-

¹ K. M. Zavadski: „Contribuții la înțelegerea progresului în natura organică”, în „Probleme ale dezvoltării în natură și societate”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1958, pag. 79—120.

telor lor constitutive numai în cazul cînd considerăm schimbările care au loc în ele pe „scară mare” și într-un interval de timp destul de mare. La drept vorbind, în privința materiei anorganice, noțiunile de dezvoltare „ascendentă” și „descendentă” nu sînt pe deplin adecvate proceselor sistemelor cosmice și elementelor lor constitutive. Caracteristica cea mai potrivită și, totodată, cea mai generală a acestor procese rămîne noțiunea de ireversibilitate.

**Ramura descendentă
a dezvoltării**

După cum am mai remarcat, dezvoltarea ascendentă nu este nelimitată. Mai devreme sau mai tîrziu, ea încetează. La drept vorbind, elementele dezvoltării descendente se găsesc și în procesele care în ansamblu ne permit să caracterizăm o anumită fază a dezvoltării ca ramură ascendentă. Dacă este just, de pildă, că dezvoltarea în Universul „astronomic” are loc de la stările supradense spre stări tot mai puțin dense, atunci dezagregarea protostelelor cu mase mari care are loc și în epoca noastră ar atesta procese de dezvoltare descendentă în ramura ascendentă a dezvoltării pe care se află în prezent Galaxia¹.

Un alt exemplu. În toate stadiile de dezvoltare a stelei are loc „moartea ei termică”, pierderea de materie și energie stelară. Dar numai dincolo de anumite limite, acest proces duce la „falimentul” stelei, la trecerea ei în ramura descendentă a dezvoltării sale, la începerea declinului său. Acest stadiu formează un moment necesar al dezvoltării oricărui sistem cosmic, a oricărui element al constituției lui.

În prezent putem cu greu formula fie și presupuneri despre ceea ce reprezintă ramura descendentă a dezvoltării MetaGalaxiei. Ramura descendentă din dezvoltarea galaxiilor începe, din punctul nostru de vedere, atunci cînd procesul formării elementelor constitutive ale unei galaxii s-a încheiat din diferite cauze. Totodată, trecerea galaxiei pe ramura descendentă de dezvoltare înseamnă îngustarea sferei posibilităților de trecere de la formele inferioare de mișcare la cele superioare, în-

¹ Aceasta nu ar însemna că, în genere, nu au loc sau că nu sînt cu putință transformări inverse, ci ar atesta numai că aceste procese sînt în prezent, pe cît se pare, predominante.

trucit nu se mai formează noi stele și planete. Ramura descendentă a dezvoltării stelei corespunde acelor stări ale ei în care principalele surse ale energiei ei au fost epuizate și steaua își întreține radiația în primul rând pe seama contractăției gravitaționale. Ramura descendentă din dezvoltarea unei nebuloase se caracterizează prin procese de dispersie a nebuloasei în spațiu. Ramura descendentă din dezvoltarea corpurilor mici ale sistemului solar este legată de dezintegrarea și destrămarea lor.

Ramura descendentă a dezvoltării unui sistem cosmic sau a elementelor sale constitutive nu este în nici un caz numai un element al dezvoltării ascendente generale a materiei anorganice. Fiecare ciclu următor din dezvoltarea sistemului alcătuit din materie anorganică nu are loc *neapărat* la un nivel mai înalt decât cel precedent. În Universul „astronomic”, observăm procese cu direcție contrară : de „complicare” și „simplificare” a materiei (ca și procese de dezvoltare parcă „într-un plan”), de sinteză și de dezagregare, dar nici unul dintre aceste procese nu este întotdeauna și pretutindeni predominant.

**Ciclicitatea,
repetabilitatea,
reversibilitatea
în dezvoltare.**

În legătură cu cele spuse mai sus trebuie să ne oprim atenția asupra elementelor de ciclicitate, repetabilitate, reversibilitate în dezvoltare. Intervalele de timp colosale, în cursul cărora au loc schimbări simțitoare în sistemele cosmice, ne îngreuiază lămurirea naturii acestor elemente pe calea observațiilor nemijlocite. Numai în unele cazuri, relativ puțin numeroase, observăm totuși procese ciclice în Universul „astronomic”.

Excluzînd cazurile banale (mișcarea planetelor și a stelelor din sistemele multiple în jurul unui centru comun de greutate, rotația corpurilor cosmice în jurul axei lor), se poate indica ciclicitatea activității solare, pulsația cefeidelor, periodicitatea schimbărilor caracteristicilor majorității altor tipuri de stele variabile, exploziile de nove „iterate”. Elementul de ciclicitate există, fără îndoială, și în dezvoltarea Pământului nostru : este

suficient să amintim intensificarea și descreșterea ciclică a activității vulcanice, periodicitatea glaciațiunilor etc. În conformitate cu cercetările geologului sovietic A. V. Habakov¹, periodicitate există și în epocile de constituire a formelor lunare. Dar în cea mai mare parte, ciclicitatea în dezvoltarea sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive este presupusă pe baza unei concepții cosmogonice sau alteia.

Ciclicitatea, repetabilitatea din dezvoltarea galaxiilor este menționată de către V. A. Ambartsumian. Multe galaxii au o structură complexă, care dovedește că procesele de ejectări și expulzări din nucleeele lor au avut loc nu o singură dată, ci în perioade diferite. În conformitate cu părerea pe care o împărtășesc în prezent majoritatea astronomilor, în adâncurile stelelor are loc un proces ciclic de sinteză termonucleară și de dezagregare radioactivă a elementelor chimice.

Exemple asemănătoare ar mai putea fi date. Pe noi ne interesează însă nu faptul însuși al existenței elementului de ciclicitate în procesele cosmice : acest lucru nu poate fi pus cituși de puțin la îndoială. Oare ciclicitatea are un caracter de așa natură, încît cu fiecare ciclu sistemul se ridică implacabil pe o treaptă superioară ? Din exemplele date este absolut limpede că ciclicitatea în dezvoltarea sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive nu este legată, în majoritatea cazurilor, de legea negării negației. Nu înseamnă oare aceasta că este vorba de o reversibilitate absolută sau de o repetabilitate totală ? Firește că nu. Deși în dezvoltarea aproape a fiecărui sistem au loc „circuite”, despre care a scris amănunțit F. Engels în „Dialectica naturii”, și prin aceasta se realizează un anumit grad de reversibilitate și de repetabilitate a oricăror stări concrete și forme de mișcare ale materiei cosmice, pe de altă parte însă în dezvoltarea lui există și elemente de ireversibilitate, care fac imposibilă întoarcerea la stări odată parcurse.

¹ A. V. Habakov : „Despre problemele fundamentale ale istoriei dezvoltării suprafeței Lunii”, Editura pentru literatura geografică, Moscova, 1949.

**Criteriul
dezvoltării
materiei cosmice**

Caracterul ireversibil al dezvoltării
își găsește expresia în faptul că ra-
murile „ascendentă” și „descen-
dentă” a dezvoltării obiectelor cos-

mice sînt, ca să zicem așa, „nesimetrice”. Unele obiecte care se formează, după cum putem presupune, pe calea unor procese explozive, practic își duc întreaga lor „viață” în ramura descendentă a dezvoltării (nebuloasele de diferite tipuri, cometele). Nesimetria celor două ramuri ale dezvoltării rezidă și în deosebirea dintre stările fizice ale obiectului în trecerea de la o ramură la alta: elementele de repetabilitate din dezvoltarea sistemelor cosmice și a elementelor din constituția lor privesc numai laturile și particularitățile externe ale acestor stări. Nesimetria rezidă, în sfîrșit, în faptul că ramura ascendentă a dezvoltării nu înseamnă complicarea neconținută a unui obiect cosmic sau altuia, iar ramura descendentă nu înseamnă „degradarea” lui în toate privințele. Elemente ale „complicării” și „simplificării” structurii obiectelor cosmice există în ambele ramuri ale dezvoltării. Dar în ramura ascendentă, dezvoltarea duce la apariția unor stări în care au loc procese active (pentru stele, acest lucru este legat de simplificarea structurii lor interne, de dezagregarea atomilor și a condensărilor supra-dense în particule elementare). În schimb, în ramura descendentă a dezvoltării stelei poate avea loc o complicare simțitoare a „microstructurii” ei — formarea de compuși chimici, dar tocmai din această cauză steaua (mai precis ceea ce a rămas din ea), pierzînd sursele de energie, încetează de a mai fi de calitate dată și trece într-o altă stare calitativă. Nesimetria ramurii ascendente și a ramurii descendente de dezvoltare a obiectelor cosmice atestă existența în aceste procese a unui element de direcție care nu imprimă totuși o orientare preferențială a dezvoltării în linie ascendentă sau descendentă. Elementul de direcție se creează, după cum am mai subliniat, prin *ireversibilitatea* dezvoltării sistemelor. În anumite condiții, schimbările ireversibile duc la dezvoltarea ascendentă a sistemului, care este inevitabil înlocuită apoi prin dezvoltarea descendentă. Se naște întrebarea: care este criteriul dezvoltării unui sistem cosmic sau a elementelor sale constitutive?

Dacă noțiunea de dezvoltare ar cuprinde numai ramura ascendentă, răspunsul ar fi clar : criteriul dezvoltării este gradul de „complicare” atins de acest sistem. Dar cum se poate una ca aceasta, de vreme ce s-a recunoscut că în dezvoltarea sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive este cuprinsă și ramura descendentă ?

Dezvoltarea este apariția noului, procesul formării de noi calități. În dezvoltarea ascendentă, „noul” înseamnă, totodată, și ridicarea „mai sus”, pe o treaptă calitativ nouă, mai înaltă. Dar dezvoltarea ascendentă este, după cum am văzut, numai una din direcțiile dezvoltării ireversibile a obiectelor cosmice, una din ramurile proceselor foarte complexe care au loc în cadrul MetaGalaxiei. Întrucât există și alte direcții ale dezvoltării, stările fizice noi ale obiectelor cosmice se creează, în primul rând, în virtutea caracterului ireversibil al dezvoltării lor. Elementul de ireversibilitate din dezvoltare trebuie considerat, după părerea noastră, drept cel mai general criteriu al dezvoltării ; mai exact dezvoltarea unui sistem cosmic sau a elementelor sale constitutive a avut loc în măsura în care a avut loc ireversibilitatea proceselor din ele. În condițiile reversibilității totale a proceselor nu ar fi posibilă nici un fel de dezvoltare¹. Se naște totuși întrebarea : dacă dezvoltarea materiei cosmice este înțeleasă ca o schimbare calitativă ireversibilă a ei (în care pot exista ramuri ascendente și descendente), nu reiese oare o identificare a noțiunii de dezvoltare cu noțiunea de mișcare ? Cîtuși de puțin. Mișcarea materiei este schimbarea în genere, cantitativă și calitativă, reversibilă și ireversibilă. Noțiunea de dezvoltare a materiei cosmice este mai îngustă decît noțiunea de mișcare — criteriul ei îl constituie numai schimbarea calitativă ireversibilă. (Trebuie să menționăm în continuare că definiția noastră se referă numai la criteriul cel mai general al dezvoltării materiei cosmice și nu exclude de loc ca în unele procese să existe criterii proprii ale dezvoltării cu un caracter mai particular.) Dacă dezvoltarea ar fi îndreptată întotdeauna în linie ascendentă sau, dimpotrivă, numai în linie descendentă,

¹ Vezi „Voprosi filosofii” nr. 2 din 1960, pag. 175.

am putea considera drept criteriu al dezvoltării gradul obținut de „complicare” sau de „simplificare” a materiei anorganice. Dar o asemenea posibilitate este inaplicabilă, întrucît materia anorganică nu se dezvoltă într-o singură direcție; dezvoltarea obiectelor cosmice constă în trecerea lor în noi stări calitative, care sînt de fiecare dată specifice și nerepetabile, dar nu neapărat întotdeauna mai „complexe” (sau, dimpotrivă, întotdeauna mai „simple”) decît stările care le-au precedat. În dezvoltarea materiei apar în permanență nenumărate posibilități noi, a căror realizare depinde de existența unor condiții potrivite. Tocmai în realizarea lor constă dezvoltarea ireversibilă a naturii. Chiar în trecerile formelor mai simple de mișcare a materiei în forme mai complexe, progresul rezidă ca o posibilitate care se realizează în permanență (ajungînd, de pildă, pînă la crearea „spiritului care gîndește” și a societății) și este înlăturat de timp cu aceeași necesitate implacabilă, pentru a apărea din nou în altă parte și în alt timp.

**Problema
dezvoltării
Universului
în ansamblu**

Ce se poate spune despre dezvoltarea Universului în ansamblu? Obiectînd cu hotărîre împotriva afirmației lui Clausius că Universul își schimbă tot mai mult starea într-o anumită

direcție, Engels a dezvoltat ideea circuitului etern al materiei în Univers¹. „...Succesiunea în veci repetată a lumilor în timpul infinit nu este decît completarea logică a coexistenței a nenumărate lumi în spațiul infinit”².

Ideile de mai sus ale lui Engels nu trebuie înțelese în sensul că în Univers are loc o repetare infinită a *acelorași stări* și forme de mișcare a materiei. Dimpotrivă, natura nu se mișcă „cu uniformitatea eternă a unui cerc care se repetă continuu”³.

Universul ca întreg nu se dezvoltă nici în direcția distrugerii, a dezagregării, nici în direcția unei compli-

¹ Problema circuitului materiei și energiei este analizată în cărțile: I. I. Gvai: „K. E. Ţiolkovski despre circuitul energiei”, Editura Academiei de Științe a U.R.S.S., 1957; „Despre o ipoteză puțin cunoscută a lui K. E. Ţiolkovski”, Kaluga, 1959.

² F. Engels: „Dialectica naturii”, Editura politică, 1959, pag. 21.

³ F. Engels: „Anti-Dühring”, E.S.P.L.P. 1955, ediția a III-a, pag. 31.

cări tot mai mari a formelor de mișcare și a stărilor materiei. În Univers există, în același timp, și una și alta. Materia se întoarce în permanență și la formele sale cele mai simple, pentru a crea apoi din sine însăși asemenea fenomene complexe ca, de pildă, viața.

Dezvoltarea Universului în ansamblu reprezintă un proces de schimbare ireversibilă — procesul nașterii și realizării nenumăratelor posibilități aflate în fundamentul materiei. Fiecare stare următoare a Universului este originală, specifică nu în virtutea diferitelor procese concrete cunoscute nouă, ci în virtutea nepuizabilității formelor și stărilor materiei în mișcare.

Paralel cu acest punct de vedere se enunță deseori ideea că este lipsit de sens să vorbim despre dezvoltarea Universului în ansamblu. Este limpede, totuși, că această problemă puțin cercetată mai trebuie discutată în viitor.

INCHEIERE

Cu aceasta încheiem trecerea în revistă a realizărilor cosmogoniei contemporane, a problemelor care mai sînt, deocamdată, nesoluționate și a procedeeleor cu ajutorul cărora pot fi soluționate. Pe noi ne-a interesat, în primul rînd, interpretarea filozofică a rezultatelor și problemele cosmogoniei contemporane. Să rezumăm principalele concluzii care decurg din discutarea lor.

În cosmogonia contemporană se disting două orientări principale care se deosebesc între ele prin formularea problemei cosmogonice și prin procedeele soluționării ei: orientarea clasică și orientarea bazată pe observație. Calea clasică de rezolvare a problemei cosmogonice este speculativă la baza ei, multe ipoteze ale acestei orientări fiind scheme formale, care descriu numai căile posibile, *conceptibile* ale dezvoltării obiectelor cosmice. Concepțiile care țin de orientarea bazată pe observație în cosmogonie, concepții întemeiate pe analiza și generalizarea unui uriaș material faptic și verificabile în permanență prin noi observații, au permis, dimpotrivă, să se schițeze tabloul veridic al diferitelor procese cosmogonice. Dintre acestea fac parte concepția lui V. A. Ambartsumian, care ne permite să ne apropiem de soluționarea problemelor fundamentale ale

cosmogoniei stelelor și galaxiilor, și concepția eruptivă, care, după părerea noastră, ne apropie de rezolvarea problemelor nodale ale cosmogoniei sistemului solar. Rezultatele cosmogoniei contemporane atestă că nu există probleme, fie ele cît de complexe și de dificile, la care știința să nu poată da răspuns. Ele ne dau posibilitatea să ne apropiem foarte mult de înțelegerea dialecticii proceselor cosmogonice, să descoperim forma specifică în care se manifestă principiul dezvoltării în lumea planetelor, stelelor și galaxiilor.

Pentru cosmogonie are o însemnătate foarte mare problema apariției de noi stări calitative în dezvoltarea obiectelor cerești; rezolvarea ei aruncă lumină asupra *mecanismului* proceselor cosmogonice. Astronomia și cosmogonia ne dau temeiuri suficiente pentru a afirma că rolul activ, principal în dezvoltarea obiectelor cerești îl au puternicele procese nestaționare, care au loc deseori sub formă de dezagregare, explozie etc.

Dezvoltarea obiectelor cosmice are un caracter *irreversibil*, lucru care nu este legat de un anumit proces concret, de pildă de creșterea entropiei. În dezvoltarea ireversibilă a sistemelor cosmice și a elementelor lor constitutive se pot distinge în multe cazuri ramuri „ascendente” și „descendente”. Dezvoltarea materiei de la formele ei inferioare la cele superioare este numai una din direcțiile dezvoltării, care nu cuprinde nici pe departe toate procesele dezvoltării din Metagalaxie. Dezvoltarea „ascendentă” își croiește drum printr-o mulțime de „devieri laterale”. În procesele cosmogonice există un element de ciclicitate și, prin aceasta, se realizează un anumit grad de reversibilitate, adică de repetabilitate a anumitor stări concrete ale formelor de mișcare a materiei cosmice. Dar în aceste procese există și un element de ireversibilitate, ceea ce face cu neputință întoarcerea deplină la stările o dată parcurse.

Elementul de ireversibilitate din dezvoltarea materiei cosmice trebuie considerat ca cel mai general criteriu al dezvoltării ei. Orice sistem cosmic și elementele lui constitutive suferă o dezvoltare în măsura în care a existat ireversibilitatea proceselor ce au avut loc în ele.

Realizările cosmogoniei contemporane confirmă cu o nouă vigoare cuvintele lui F. Engels : „Natura constituie piatra de încercare a dialecticii, și trebuie să spunem că știința modernă a naturii ne-a oferit pentru această verificare un material extrem de bogat, care sporește zi de zi, dovedind astfel că în natură procesele au loc, în ultimă instanță, în mod dialectic, și nu în mod metafizic, că ea... este obiectul unei adevărate istorii”¹.

¹ Op. cit., pag. 30—31.

C U P R I N S

Prefață	3
Din partea autorilor	5
Capitolul I. PROBLEMA COSMOGONICĂ	8
1. Obiectul și particularitățile cosmogoniei	—
2. Cosmogonia bazată pe filozofia naturii, cosmogonia clasică și cea contemporană	26
3. Procedeele de cercetare a proceselor dezvoltării obiectelor cosmice	32
Capitolul al II-lea. DE LA MICROCOSMOS LA METAGALAXIE	37
1. Microcosmos, macrocosmos, megacosmos	—
2. Sistemul solar	39
3. Galaxia	56
4. Metagalaxia	77
5. Bazele de observație ale cosmogoniei contemporane	86
Capitolul al III-lea. CONCEPȚII COSMOGONICE CONTEMPORANE	89
1. Cosmogonia sistemului solar	90
2. Cosmogonia stelară	116
3. Cosmogonia galaxiilor	131
4. Rezultatele și problemele cosmogoniei contemporane	142

Capitolul al IV-lea. PRINCIPIUL DEZVOLTĂRII ÎN COSMOGONIA CONTEMPORANĂ	146
1. Cosmogonia și principiul dezvoltării	—
2. Raportul dintre salt și explozie în dezvoltarea obiectelor cosmice	154
3. Raportul dintre ireversibilitate și ciclicitate (Repetabilitate, reversibilitate) în dezvoltarea obiectelor cosmice	156
Încheiere	169

În

au apărut:

E

D

I

T

U

R

A

P

O

L

I

T

F

C

Ă

**DIALECTICA MARXISTĂ
ȘI ȘTIINȚELE MODERNE, vol. III**
392 pag., 8,55 lei

Volumul constituie o culegere de studii și articole pe probleme de astronomie, teoria relativității, mecanica cuantică, cibernetică, genetică și psihologie, traduceri din diferite limbi, care inițial au fost publicate în revistele „Voprosi filosofii”, „La Pensée”, „Deutsche Zeitschrift für Philosophie”, „Uspehi fiziceskih nauk”, sau reprezintă extrase din lucrări mai mari ale unor oameni de știință.

Lucrarea se adresează oamenilor de știință, cercetătorilor, profesorilor și studenților, celor ce studiază materialismul dialectic și științele naturii.

**L. TAXIL
BIBLIA HAZLIE**
552 pag., 14,70 lei

Lucrarea reprezintă o critică ascutită a istorisirilor din Vechiul Testament. Autorul scoate la iveală diferitele contradicții existente în aceste istorisiri, caracterul lor antiștiințific și antiistoric, precum și aspectul lor imoral.

Volumul cuprinde o serie de ilustrații spirituale, care vin să exemplifice și să completeze textul, făcându-l cu atât mai accesibil maselor largi de cititori cărora li se adresează lucrarea.

Scrisă cu o deosebită vervă satirică, cartea oferă cititorilor o lectură amuzantă și în același timp instructivă.

Dat la cules 24.12.1962. Bun de tipar 14.02.1963. Apărut 1963. Hirtie semivelină de 63 g/m², 540×840/16. Coli editoriale 9,72. Coli de tipar 11. A.T. 4532/90/1962. C.Z. pentru bibliotecă 52=R.

Tiparul executat sub comanda nr. 5443/30051 la Combinatul Poligrafic „Casa Scintei”, Piața Scintei nr. 1, București — R.P.R.

Lei 4,50

EDITURA POLITICĂ